



Bekämpfung gebietsfremder Rotwangenschmuckschildkröten mittels Spürhunden

Dezember 2023

Artenspürhunde Schweiz

Denise Karp

info@artenspuehunde.ch

In Zusammenarbeit mit Jelena Mausbach und Marie-Sarah
Beuchat

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)



Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung / Fazit	2
Ausgangslage	3
Ausbildung der Hunde am Zielgeruch (Eier) sowie an natürlichen Gelegen in der Schweiz	6
Standardisierte Suchen mit vergrabenen Eiern und Ersatzgeruch	8
Training an natürlichen Gelegen in Spanien	12
Charakterisierung der Gelege	18
Nächste Schritte bei der Ausbildung	21
<i>Weiterführende Ausbildung der Gelegespürhunde</i>	21
<i>Ausbildung von Spürhunden zum Auffinden adulter Tiere sowie Schildkröten-Tracking Hunde</i>	22
Bedeutung des gewonnenen Wissens für den Einsatz von Spürhunden zur Bekämpfung von gebietsfremden Wasserschildkröten in der Schweiz	23
<i>Stärken und Grenzen einer Bekämpfungsstrategie mittels Spürhunden</i>	23
<i>Anforderungen an Einsatzgebiete</i>	24
Gelegespürhunde.....	24
Suche nach adulten Schildkröten	26
Schildkröten-Tracking Hunde.....	26
<i>Einsatzszenario: Implementierung der Methode auf kantonaler Ebene</i> ..	26
Gelegespürhunde.....	27
Suche nach adulten Schildkröten	27
Schildkröten-Tracking Hunde.....	28
Danke!	29
Referenzen	30

Zusammenfassung / Fazit

Gebietsfremde Arten stellen stets eine potentielle Bedrohung für hiesige Ökosysteme dar. So auch die in der Schweiz nicht heimischen Rotwangenschmuckschildkröten (*Trachemys spp.*), wobei es sich hierbei hauptsächlich um ausgesetzte Individuen handelt, welche nun erste Schlupferfolge aufweisen. Eine kürzlich veröffentlichte Studie weist insbesondere auf die Problematik der Art als Krankheitsvektor hin. Bei der Bekämpfung wäre die Vernichtung der Individuen im Gelege-Stadium aus ethischer Sicht am vertretbarsten. So wurde nun getestet, inwiefern Spürhunde einen Beitrag zur Bekämpfung von Rotwangenschmuckschildkröten leisten können, indem sie Gelege aufspüren. Im Rahmen der oben genannten Studie untersuchte Artenspürhunde Schweiz seit 2021 zusammen mit der info fauna KARCH die Machbarkeit der Gelegesuche mit speziell ausgebildeten Artenspürhunden. Insgesamt wurde während zwei Brutsaisons (jeweils Ende Mai bis Ende August) mit isolierten Eiern sowie natürlichen Gelegen von Rot- und Gelbwangenschmuckschildkröten in Gefangenschaft trainiert, sowie standardisierte Suchen mit künstlich vergrabenen Eiern und Ersatzgeruch durchgeführt, um möglichst viel über den Zielgeruch zu erfahren. Da diese Trainings-Bedingungen nicht jenen im Freiland entsprechen, wurden in der Saison 2023 zusätzlich Erfahrungen mit natürlichen Gelegen im Freiland in Spanien gesammelt. Es zeigte sich, dass die Spürhunde in der Lage sind nach äusserst kurzer Trainingszeit, den Geruch von natürlichen *Trachemys spp.* Gelegen im Freiland zu erkennen und anzuzeigen. Wie sich die Detektionswahrscheinlichkeit mit dem Alter des Geleges, der Vegetation/dem Habitat und der Grösse des Suchgebiets verändert, müsste weiter getestet werden, um eine Aussage zur Praktikabilität der Spürhundemethode in der Schweiz machen zu können. Die Trainingszeit in Spanien war zu kurz, damit die Spürhunde ein zuverlässiges, einsatznahes Niveau erreichen konnten. Indessen sind die involvierten Personen nun ausreichend geschult, um natürliche Gelege im Feld zu erkennen und zu beurteilen. Dieses Wissen fehlte bis anhin in der Schweiz. Zudem ist eine gut eingeschränkte Suchzone sowie allenfalls der Einsatz von verschiedenen sich ergänzenden Suchstrategien hierbei von grosser Bedeutung. Gewässer mit viel Potential für eine effiziente Bekämpfung mittels Gelegespürhunden sind eher klein, haben geeignetes Nisthabitat in unmittelbarer Nähe zum Gewässer und schlecht geeignetes Nisthabitat in grösserer Distanz oder weisen vorhandene oder temporär installierte Barrieren auf, welche die Bewegungsfreiheit nistsubstratsuchender Weibchen einschränken. Diese Faktoren führen zu einer Aggregation von Gelegen, was das Potential für den Einsatz von Gelegespürhunden maximiert. Auf Grund der Erkenntnisse und des guten

Trainingsfortschritts trotz knapper Zeit schätzen wir das Potential einer Gelegesuche mit Spürhunden als Teil von kantonalen Bekämpfungsmaßnahmen gross ein, insbesondere vielversprechender als dies vor dem Feldaufenthalt in Spanien der Fall war und im Endbericht 2022 festgehalten ist (Karp 2022, Ducotterd & Ursenbacher 2023).

Ausgangslage

Das Auftreten vereinzelter Individuen der in der Schweiz nicht heimischen Rotwangenschmuckschildkröte (*Trachemys scripta elegans*) ist seit Jahren bekannt. Hierbei handelt es sich hauptsächlich um ausgesetzte Individuen. Aktuell gibt es nun erste Berichte über Bruterfolge (Schlüpfen) dieser Schildkröten (Pers. Komm. Marco Nembrini 2022, Tessin und Charlotte Ducotterd 2022, Bern und Basel, siehe auch Ducotterd & Ursenbacher 2023). Bis anhin wurden zwar Gelege registriert, nicht aber deren erfolgreiches Schlüpfen. Mit der Klimaerwärmung steigt die Wahrscheinlichkeit eines Schlupferfolgs und es wird erwartet, dass in immer mehr Regionen der Schweiz eine erfolgreiche Fortpflanzung möglich sein wird oder bereits ist (Ducotterd & Ursenbacher 2023). Aktuell gibt es bereits Berichte über Bruterfolge ausserhalb mediterranen Klimas (Serbien: Dorđević & Anđelković (2015) Slowenien: Vamberger et al. (2012), Standfuss et al. (2016), Südost-Österreich: Gemel et al. (2005) und Kleewein (2014), Deutschland: Pieh & Laufer (2006), Schradin (2020), Tietz et al. (2023) 100 km von der Schweizer Grenze entfernt). Dies kann zu einem explosionsartigen Anstieg der gebietsfremden Art führen. Die Rotwangenschmuckschildkröte wird weltweit zu den 100 schädlichsten invasiven Arten gezählt (Lowe et al. 2000). Dies in erster Linie auf Grund der grossräumigen Verbreitung, der breiten ökologischen Toleranz und der Langlebigkeit (Reshetnikov et al. 2023, Carr & Gibbons 2018, Standfuss et al. 2016, Ernst & Lovich 2009). Es ist noch nicht ausreichend untersucht, welche Konsequenzen diese Entwicklung für heimische Arten/Ökosysteme hätte (Standfuss et al. 2016). Eine kürzlich veröffentlichte Studie betont, dass ausgesetzte *Trachemys spp.* als Krankheitsvektoren (z.B. Ranavirus) grosse Schäden anrichten können jedoch die Ernährung (Konkurrenz oder Konsum geschützter Arten) kein bedrohliches Mass anzunehmen scheint (Ducotterd & Ursenbacher 2023). Die Stichprobe der untersuchten Kotproben war jedoch sehr klein und zeitlich nicht über das ganze Jahr verteilt, was bedeutet, dass hier noch weiterer Forschungsbedarf besteht (Ducotterd & Ursenbacher 2023). Grundsätzlich haben Rotwangenschmuckschildkröten ein grosses Potential die einheimische Schildkröte (*Emys orbicularis*) zu verdrängen, da sie grösser und

anpassungsfähiger sind und einen höheren Fortpflanzungserfolg aufweisen (Ducotterd & Ursenbacher 2023, Standfuss et al. 2016). Zudem verpflichten die Berner Konvention (1979) sowie die „Strategie Biodiversität Schweiz“ zum Schutz der in Europa bzw. in der Schweiz einheimischen Arten und zur Bekämpfung invasiver gebietsfremder Arten (Bundesamt für Umwelt (BAFU), 2012). Laut Bundesamt für Umwelt (BAFU) ist das langfristige Ziel eine Schweiz ohne Rotwangenschmuckschildkröten. Bisher gibt es jedoch noch keine Studien, die eine erfolgreiche lokale Ausrottung durch Management Massnahmen wie Netzfänge, Fallen, Entwässerungen, Kastrationen, Abschüsse oder den Einsatz von Bioziden belegen, da erfolgreiche Entfernungen oft durch Reproduktion oder Neuaussetzungen kompensiert werden (Aldridge et al. 2015, Katzur 2023). Bei der Umsetzung dieses Ziels ist die ethisch am besten vertretbare Lösung das rechtzeitige Auffinden und anschliessende Vernichten der vergrabenen Gelege vor dem Schlüpfen. Amacher et al. (2022) betonen, dass diese Strategie erheblich dazu beitragen könnte, die Bestände in der Schweiz einzudämmen oder gar auszurotten. Dazu müsste eine solche Bekämpfung jedoch möglichst rasch umgesetzt werden, da sich mit der Klimaerwärmung der Fortpflanzungserfolg vergrössert (Ducotterd & Ursenbacher 2023, Amacher et al. 2022). Die visuelle Detektion durch den Menschen stösst hierbei jedoch an ihre Grenzen (Pers. Komm. Marco Nembrini und Charlotte Ducotterd 2022; O’Keeffe 2009), weshalb innovative Methoden erforderlich sind, um dieses Managementtool effizient nutzen zu können. Das Ziel des vorliegenden Projekts ist es aufzuzeigen, inwiefern Spürhunde einen Beitrag zur Bekämpfung von Rotwangenschmuckschildkröten Gelege leisten können.

Die vielfältigen Fähigkeiten zusammen mit der schier grenzenlosen Trainierbarkeit von Hunden macht sie oft zu unerlässlichen Partnern beim Lösen von gesellschaftlichen Problemen. Dazu gehört seit einiger Zeit auch der Natur- und Artenschutz. Ein Teil davon ist der Schutz vor der Einfuhr invasiver Arten oder die Verhinderung deren weiteren Ausbreitung. Säugtiere und Vögel werden mit Abstand am häufigsten durch Artenspürhunde gesucht (Grimm-Seyfarth et al. 2021). Jedoch steigt auch die Anzahl Reptilienarten, für deren Auffinden Artenspürhunde eingesetzt werden (Grimm-Seyfarth et al. 2021). Bei den Wasserschildkröten sind es bereits über 20 verschiedene Arten, wobei hier oft nach den Individuen selbst und nicht nach den Gelegen gesucht wird (Grimm-Seyfarth et al. 2021). Eine Ausnahme sind die Meeresschildkröten, wo das Auffinden von Gelegen durch Spürhunde für einige Arten (Karettschildkröte (*Caretta caretta*), Grüne Meeresschildkröte (*Chelonia mydas*) oder Lederschildkröte (*Dermochelys coriacea*)) bereits bekannt und erprobt ist (z.B. Witherington et al. 2017). Bei Süsswasserschildkröten wie z.B. *Glyptemys insculpta*, *Emydoidea*

blandingii oder *Actinemys marmorata* konnten auch bereits erfolgreiche Pilotstudien durchgeführt werden (Pers. Komm. Simon Gadbois 2017, Priddle 2017, Powers 2018). Auch das Aufspüren von *Trachemys spp.* Gelegen wurde in der Vergangenheit bereits untersucht, jedoch bislang noch nicht überzeugend getestet (O’Keeffe 2009, Martins et al. 2018). O’Keeffe (2009) hält fest, dass der eingesetzte Spürhund Gelege ($n = 4$) auffindet, jedoch fehlen Angaben zur Effizienz (Suchfläche, aufgewendete Zeit, Anzahl vorhandener Gelege usw.) der Spürhunde-Methode. Martins et al. (2018) schreibt von einem einzelnen entdeckten Gelege. Dieses wurde in einer sehr großflächigen Suche (2 ha in 2h) in einem Gebiet entdeckt, welches bekannt für die Eiablage von *Trachemys spp.* ist (Martins et al. 2018).

Im Vergleich zu den Meeresschildkröten ist der Geruch der *Trachemys spp.* Gelege einerseits schwieriger zu detektieren, da die Gelegegröße zwischen 1-15 Eiern schwankt, wobei es bei Meeresschildkröten oft über hundert Eier pro Gelege sind und das Nistsubstrat den Geruch schlechter durchlässt (Erde) als bei Meeresschildkröten (Sand). Auch ist die Suche nach Meeresschildkrötengelegen oft auf Hotspots beschränkt und räumlich besser eingrenzbar als bei *Trachemys spp.* Gelegen, welche sich teils auf der Suche nach geeignetem Nistsubstrat in ihrer ursprünglichen Heimat bis zu 1.7 km vom Gewässer fortbewegen (Steen et al. 2012). Grundsätzlich gibt es grosse Unterschiede zwischen einzelnen Individuen und Populationen, was die Distanz der Gelege zum Gewässer anbelangt und *Trachemys spp.* zählen ausserdem zu jenen Arten, welche sich weiter als andere Süsswasserschildkröten von der Wasserkante wegbewegen, um ihre Eier zu legen (Steen et al. 2012). Die mittlere Strecke reicht von 84 ± 39 m (Washington 2008, min. = 15 m, max. = 154 m, $n = 62$) bis zu 726 ± 426 m (Steen et al. 2012, min. = 0 m, max. = 1767 m, $n = 131$). Diese Variabilität könnte zu einem grossen Teil durch die unterschiedliche Verfügbarkeit von geeignetem Nistsubstrat der unterschiedlichen Populationen begründet sein. Je kleiner die Verfügbarkeit von geeigneten Gelegestandorten ist, desto eher wird sich eine Aggregation ergeben (Bager et al. 2012). Diese zwei Faktoren, müssen bei der Entwicklung und dem Test einer Strategie zum effizienten Auffinden von *Trachemys spp.* Gelegen berücksichtigt werden.

Ausbildung der Hunde am Zielgeruch (Eier) sowie an natürlichen Gelegen in der Schweiz

Methoden

2021 hat Artenspürhunde Schweiz im Auftrag der info fauna KARCH begonnen, Spürhunde auf den Geruch von gebietsfremden Wasserschildkröten-Gelegen zu trainieren (Abb. 1). Die Voraussetzungen sind bis anhin jedoch suboptimal, da nur während der Legesaison (max. Ende Mai – Ende August) am Zielgeruch trainiert werden kann und man die Gelege von Auge nicht entdecken kann, was bedeutet, dass man von Hand danach graben muss und somit das Geruchsbild verändert, oder die Schildkröte beim Eierlegen beobachten muss, was wiederum den Legeprozess stören kann. Zudem kann ein Gelege immer nur für eine Trainingseinheit benutzt werden, da der Hund danach den Standort kennt.



Abb. 1 Links Geruchsaufnahme, Mitte Geruchserkennung und Entscheidung zur Anzeige, Rechts Anzeige.

Hinzu kommt, dass die Trainingsmöglichkeiten an natürlichen Gelegen in der Schweiz auf zwei Orte beschränkt sind: das Centre Emys (Chavornay, VD) und der Therapie-Tiergarten der Rehab Klinik in Basel. Bei allen anderen wenigen Institutionen, welche Rotwangenschmuckschildkröten in der Schweiz halten, konnte leider kein Training stattfinden, da die Spürhunde entweder nicht erwünscht waren oder man nicht wusste, ob und wo es Gelege gibt. Das Centre Emys ist eine grosse Auffangstation für Schildkröten aller Art wo wir Zugang zu sehr vielen Eiern in allen Altersstadien und von verschiedensten Individuen hatten. Für die Gewinnung der für das Training benötigten Eier und zur Assistenz bei den Trainings im Centre Emys durften wir 2022 auf die Mitarbeit von Cheyenne Katzur zählen, welche innerhalb des Projekts ihre Bachelor-Arbeit unter

der Betreuung von Artenspürhunde Schweiz an der Universität Hildesheim (D) durchführt. Die Trainingsbedingungen für die Ausbildung an natürlichen Gelegen wichen jedoch leider sehr stark von den Bedingungen im späteren Realeinsatz ab, da in der Auffangstation sehr viele Schildkröten auf sehr engem Raum (>5 Gelege pro m²) ihre Eier vergraben, sprich das ganze Gelände sehr stark nach adulten Schildkröten sowie neuen und alten Gelegen riecht, was es für die Spürhunde sehr anspruchsvoll macht, den Geruch eines einzelnen Geleges herauszufiltern.

Resultate

Trotz suboptimalen und sehr beschränkten Trainingsmöglichkeiten konnten die Spürhunde insgesamt 10 unbelassene, natürliche Gelege detektieren. Sieben im Centre Emys, in einem Setting, bei dem gegen Ende der Legeaison einige Wochen vor der Suche alle Gelege von Hand ausgegraben wurden, um somit die Dichte an Gelegen so gering wie möglich zu halten. Einer der ausgebildeten Hunde entdeckte einige Wochen später sieben zuvor unbekannte Gelege (Abb. 2, 4-8 cm tief vergraben). Als nach der Suche nochmals das ganze Substrat von Hand umgegraben wurde, wurden keine zusätzlichen Gelege mehr entdeckt, sprich der Hund hatte alle vorhandenen Gelege gefunden und dies in relativ kurzer Zeit (wenige Minuten). Die anderen drei natürlichen Gelege wurden in der Tiergarten Anlage der Rehab Klinik in Basel gefunden, wobei die Bedingungen dort sehr nah an den Bedingungen im Realeinsatz waren: eine gut abzusuchende Fläche von 270 m² sowie eine kleine Dichte an Schildkröten, welche zu diesem Areal Zugang haben, was eine geringe Dichte an Gelegen zur Folge hat (Abb. 3, Tab. 3).



Abb. 2 Einige der durch den Spürhund entdeckten Gelege im Centre Emys. Die Anzahl und der Standort der Gelege waren vor der Suche unbekannt und es gab an der Oberfläche keine Hinweise auf die Gelege. An jener Stelle, wo der Hund sein Anzeigeverhalten zeigte, wurde im Anschluss gegraben. Falls in einiger Tiefe keine Eier zum Vorschein kamen, wurde der Hund nochmals gefragt und die Grabrichtung entsprechend angepasst. Rotwangenschmuckschildkröten vergraben ihr Gelege nicht senkrecht, sondern oft L-förmig, weshalb die Unterstützung durch den Hund auch nach der ersten Anzeige wichtig ist, um die Brutkammer zu finden.



Abb. 3 Einer der Gelegstandorte im Therapie-Tiergarten der Rehab Klinik in Basel, von Auge nur schwer erkennbar. Unter folgendem Link kann ein Video zur Anzeige an zwei Gelegen in diesem Gelände aufgerufen werden: <https://www.artenspuerhunde.ch/post/ein-meilenstein-in-der-ausbildung-der-schildkr%C3%B6ttenest-sp%C3%BCrhunde>.

Zwischenfazit Ausbildung am Zielgeruch (Eier) sowie an natürlichen Gelegen in der Schweiz:

Die ausgebildeten Spürhunde waren in der Lage 10 natürliche Gelege zu erkennen und anzuzeigen, die Anzahl vorhandener Gelege in einem Freiland ähnlichem Umfeld reicht jedoch nicht aus, um die Hunde auf ein einsatzfähiges Niveau zu trainieren.

Standardisierte Suchen mit vergrabenen Eiern und Ersatzgeruch

Methoden

Um den Zielgeruch besser verstehen zu können und Folgerungen für das Einsatzszenario ziehen zu können, führte Artenspürhunde Schweiz 2022 eine standardisierte Studie mit vergrabenen Eiern und vergrabener Ersatzgeruch durch (Abb. 4). Als Ersatzgeruch diente ein Hundespielzeug aus

Naturkautschuk (© Kong Classic, Grösse XS). Die Vergrabtiefe reichte von offen (nicht vergraben) bis zu 5 cm tief vergraben (Die Eier werden in der Schweiz in Gefangenschaft (Centre Emys) im Schnitt $5,4 \pm 1,68$ cm tief vergraben, Abb. 10, Katzur 2023). Die Suchen wurden pro Schwierigkeitsstufe zwölfmal (6x pro Zielgeruch) wiederholt und fanden alle doppelblind statt. Pro Suchfläche (2x3 m) wurde jeweils an zufälliger Stelle entweder ein Kong (aufrecht stehend, Abb. 4) oder 4 Eier (zu einer Pyramide aufgeschichtet) vergraben. Zusätzlich gab es pro Suchfläche zwei Verleitungen, sprich selbes Vorgehen wie beim Vergraben des Zielgeruchs, jedoch ohne den Zielgeruch tatsächlich zu deponieren. Dies um zu testen, ob die Hunde tatsächlich den Zielgeruch suchen und nicht Bodenverletzungen (welche oft sehr stark riechen). Das Substrat war sandig/steiniger Boden. Die Reihenfolge des Vergrabens sowie des Absuchens wurde randomisiert. Auch die Reihenfolge der drei Hunde wurde randomisiert. Insgesamt wurden 324 Suchen durchgeführt (162 Eier, 162 Kong).

Resultate

Die standardisierten Suchen haben ergeben, dass der Geruch der Eier allein (ohne die Beigerüche, welche bei einem natürlichen Gelege vorhanden sind, wie z.B. die Grabtätigkeit der adulten Schildkröte oder die Flüssigkeit, die bei der Eiablage ausgeschieden wird) eher schwierig ist, olfaktorisch wahrzunehmen (Abb. 5, Tab.1). Die Hunde benötigten im Schnitt mit zunehmender Schwierigkeitsstufe deutlich länger, um die Eier zu detektieren im Vergleich zum Kong-Ersatzgeruch (linear gemischtes Modell, random=Plot Nr, ANOVA Type III, Schwierigkeitsstufe x Suchobjekt $\text{ChiSqu}=40.131$, $\text{df}=1$, $p<0.001$, Abb. 5). Dies sogar beim leichtesten Szenario, als die Hunde die Zielobjekte unvergraben suchen mussten (Abb. 5). Bis zu einer Vergrabtiefe von einem Zentimeter wurden alle Eier gefunden. Danach nahm jedoch die FINDERATE ab (Tab. 1). Der Ersatzgeruch (Kong) wurde zu 100% gefunden (egal welche Vergrabtiefe). Die Dauer, bis die Hunde den Kong innerhalb der 2x3m grossen Fläche fanden, nahm mit der Vergrabtiefe nur minimal zu (Abb. 5): offen, halb vergraben oder mit einer Substratschicht verdeckt = 19.5 ± 4.8 Sekunden vs. 5 cm tief vergraben = 24 ± 5 Sekunden. Auch war die Varianz der Suchdauer viel kleiner als bei den Eiern (Abb. 5). Nichtsdestotrotz konnten die Hunde über 40% der Eier in 5 cm Tiefe immer noch detektieren, was laut Experten in der Sprengstoffsuche immer noch eine akzeptable FINDERATE im Realeinsatz wäre (Pers. Komm. Simon Prins, April 2022). Die drei Hunde unterschieden sich nicht signifikant in der Suchdauer ($p>0.05$) und daher war diese Variable nicht Teil des finalen Modells.

Zusammenfassend kann man sagen, dass eine hohe Schnüffelfrequenz gepaart mit einem sehr genauen und kleinräumigen Suchmuster für die Detektion der künstlich vergrabenen Eier notwendig war. Dies wiederum hätte zur Folge, dass nur relativ kleinräumige Flächen abgesucht werden könnten, sprich eine systematische Flächensuche sehr viel Zeit in Anspruch nähme. Da der Hund im Realhabitat nicht nur nach dem Geruch der Eier an sich sucht, sondern den Kompletteruch eines Geleges wahrnehmen kann, ist es denkbar, dass die Detektion unter natürlichen Bedingungen und bei natürlichem Dichtevorkommen, für die Hunde deutlich einfacher ist und somit auch eine flächendeckende Suche möglich wäre. Die erfolgreiche Detektion von natürlichen Gelegen in einer Tiefe von bis zu 8 Zentimetern (Gefangenschaft) bestätigt diese Annahme.



Abb. 4 Links Kong und Eier so wie sie jeweils vergraben wurden. Pro Suchfläche gab es jeweils nur 1 Versteck mit Eiern bzw. Kong und zwei Verleitungen (selbes Vorgehen wie beim Vergraben des Geruchs, jedoch ohne Geruch). Rechts eine der 12x3m grossen Suchflächen.

Tab. 1 Erfolg in Prozent (3 Hunde, 12 Durchgänge pro Schwierigkeitsstufe).

Vergrabtiefe/ Schwierigkeitsstufe	Kong	Eier
Offen (nicht vergraben)	100%	100%
Halb zugedeckt	100%	100%
Eine Substratschicht	100%	100%
0,5 cm	100%	100%
1 cm	100%	100%
2 cm	100%	72.22%
3 cm	100%	61.11%
4 cm	100%	72.22%
5 cm	100%	44.44%

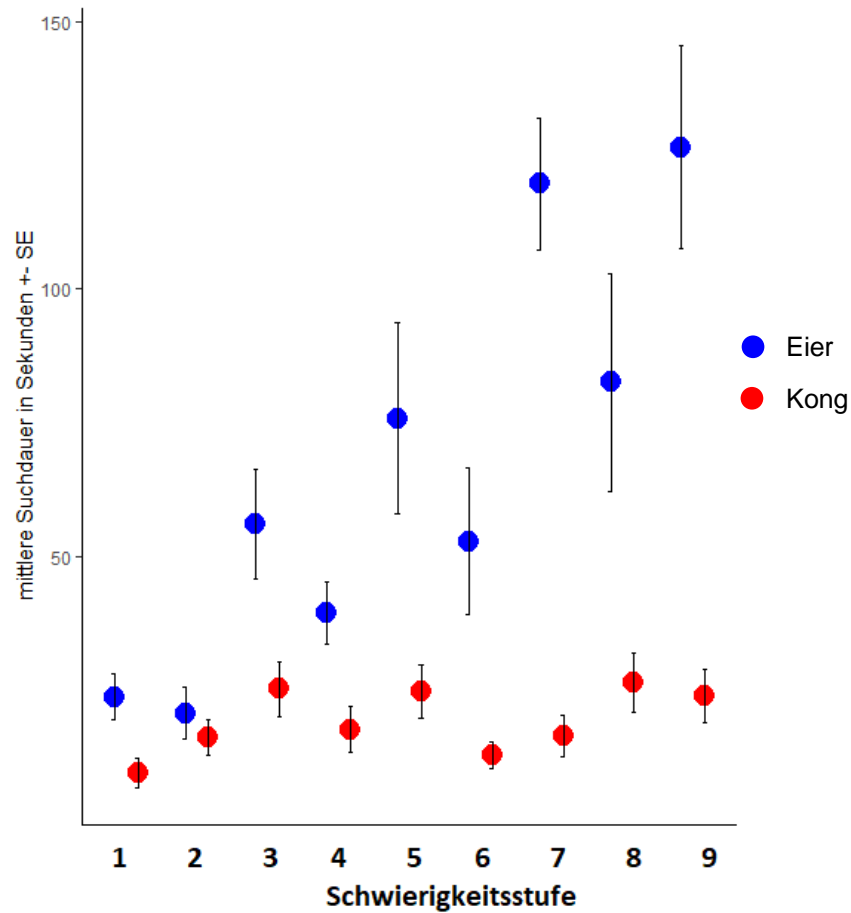


Abb. 5 Suchdauer bis zum Fund nach Schwierigkeitsstufe (1: offen (nicht vergraben), 2: halb verdeckt, 3: eine Substratschicht, 4: 0.5cm, 5: 1cm, 6: 2cm, 7: 3cm, 8: 4cm, 9: 5cm).

Zwischenfazit standardisierte Suchen:

Die drei ausgebildeten Spürhunde waren in der Lage 100% der 1 cm tief vergrabenen Eier zu detektieren. Die tiefer vergrabenen Eier waren zunehmend schwierig zu lokalisieren, wobei bei einer Vergrabtiefe von 5 cm immer noch über 40% der Verstecke gefunden wurden. Das 100% Auffinden des Ersatzgeruchs im selben Setting weist darauf hin, dass die Aufgabe für die Hunde verständlich ist und sich der Unterschied in der Detektionsrate einzig auf die Stärke des Geruchs zurückführen lässt. Da bei einem natürlichen Gelege zum Geruch der Eier noch weitere Gerüche hinzukommen, ist davon auszugehen, dass natürliche Gelege einfacher zu detektieren sind als isoliert vergrabene Eier.

Training an natürlichen Gelegen in Spanien

Methoden

Da das Geruchsbild künstlich vergrabener Eier sehr stark von jenem eines natürlichen Geleges abweicht und die Anzahl durch die Spürhunde gefundener natürlicher Gelege mit 10 bisher noch zu klein war, um eine Aussage zur Zuverlässigkeit der Hunde machen zu können, waren dazu weitere Datenaufnahmen unerlässlich. Für eine solche Aussage brauchen die ausgebildeten Spürhunde noch mehr Möglichkeiten, an bekannten und natürlichen Gelegen zu trainieren, um dann die Leistung doppelblind testen zu können. Die Bedingungen, um diesen letzten Schritt in Angriff nehmen zu können und zu überprüfen, sind in der Schweiz leider nicht gegeben, da es keine Orte mit bekannten Standorten von Wasserschildkrötengelegen (*Trachemys spp.*) gibt.



Abb. 6 Projektgebiet.

Eine ideale Möglichkeit bot sich hierfür in Spanien bei einem Projekt unter der Leitung von José Vicente Bataller im Naturschutzgebiet «Espai Natural Els Estanys d'Almenara» in der Nähe von Almenara (Valencia, ES, Abb. 6). Innerhalb dieses Projekts werden seit mehreren Jahren *Trachemys spp.* Gelege kartiert und entfernt. Das Projektgebiet umfasst mehrere Orangenplantagen, ist 2.6 ha gross und wird östlich vom See und Feuchtgebiet und westlich von einer Mauer begrenzt. In dem Projektgebiet gibt es auf überschaubarem Raum eine hohe Dichte im Freiland lebender Schildkröten

(mehrere tausend adulte Schildkröten) und es werden dort durch Freiwillige pro Jahr 100 – 150 Gelege gefunden (Anzahl tatsächlich vorhandener Gelege höher), was eine ideale Ausgangslage für die Ausbildung von Gelegespürhunden darstellt. Durch die langjährige Erfahrung von José Bataler im Projektgebiet war es möglich, die Gelege zu detektieren, ohne zuerst graben zu müssen, damit die Hunde an bekannten, jedoch intakten, nicht manipulierten Gelegen trainieren konnten. Ausserdem ist es auch möglich, in dem Projektgebiet doppelblinde Tests zur Machbarkeit und Effizienz der Spürhunde-Methode durchzuführen.

Aufgrund der vorhandenen Finanzen beschränkte sich der Aufenthalt im Projektgebiet auf den 12. – 20. Mai 2023, wobei an insgesamt 7 Tagen ein Training möglich war. Die Suchperioden beschränkten sich auf Grund der Hitze auf die Morgen- und/oder Abendstunden. Freiwillige Helfer vor Ort suchten nach potentiellen Gelegen und teilten uns den Standort dieser mit (Abb. 9). Einige Gelege sind durch sehr spezifische Unebenheiten in der Erde von Auge erkennbar (Abb. 7, 8). Wie viele Gelege übersehen werden, ist unklar. Zweimal konnte eine Schildkröte beim Legeverhalten beobachtet werden. Bei einem Event waren die freiwilligen Helfer vor Ort und haben die Schildkröte eingefangen, ohne dass sie die Eier legen konnte. Das zweite Gelege konnten wir für ein Training nutzen und es wurde durch beide Hunde sehr sicher angezeigt (ein Video dazu kann unter folgendem Link aufgerufen werden: <https://www.artenspuerhunde.ch/post/heute-ist-welt-schildkr%C3%B6ten-tag>). Insgesamt übermittelten uns die freiwilligen Helfer vor Ort 50 Gelegestandorte und gaben uns bei 82% der Standorte an, wie sicher sie sich waren, dass es sich tatsächlich um ein Gelege handelt (20 sicher, 21 nicht sicher, Abb. 7 - 9, Tab. 2).

Tab. 2 Einschätzung der lokalen Freiwilligen hinsichtlich der Sicherheit, ob es sich bei einem Standort um ein Gelege handelte oder nicht. Ob die Helfer korrekt lagen, liess sich immer erst nach der Eröffnung des Geleges feststellen.

	Gelege	Kein Gelege
Sicher	17	3
Nicht sicher	2	19
Keine Angabe	5	4
Total	24	26



Abb. 7 Links: Beispiel eines gut erkennbaren natürlichen Geleges im Studiengebiet in Spanien, Mitte: schwierig zu erkennendes natürliches Gelege, Rechts: Gelegepfropfen, welcher durch die Kloakenflüssigkeit und der Grabtätigkeit des Weibchens geformt wird und das Gelege versiegelt.

Das Training startete mit drei Hunden. Nach wenigen Tagen stellte sich heraus, dass eine Assistenzperson ohne Hund für den effizienten und seriösen Trainingsablauf in diesem Kontext benötigt wird, weshalb jener Hund, welcher bis zu dem Zeitpunkt die schlechteste Leistung gezeigt hatte, ausschied und nur mit zwei Hunden weitertrainiert wurde. Ein weiterer Grund war die Gelegekontamination (ein Gelege ist immer nur für einen Hund und einmal «frisch» und so wie es der Hund lernen sollte), wobei die Bedingungen für die zwei verbliebenen Hunde besser waren, als wenn man mit drei Hunden weiter trainiert hätte. Zugunsten der Qualität wurden deshalb entschieden nur zwei Hunde weiter auszubilden. Die Daten in vorliegendem Bericht stammen von den zwei Hunden, welche bis am Schluss eingesetzt wurden.

Das Training beinhaltete vier verschiedene Trainingsschritte: Training am geöffneten Gelege (1), um den Geruch der Eier zu festigen, Training am halbgeöffneten Gelege (2), Training am geschlossenen Gelege (3) und das gemeinsame Öffnen des Geleges (4), wobei der Hund immer wieder für die Geruchsaufnahme belohnt wurde. Für die nachfolgenden Auswertungen sind nur Anzeigen an natürlichen (geschlossenen) Gelegen miteinbezogen.

Hinsichtlich des Suchbereichs gab es drei Szenarien: Einorten (Suchbereich < 2m), 5m Suchbereich, 10m Suchbereich.



Abb. 8 Ein weiteres Beispiel eines von Auge schwer erkennbaren Geleges. Links in unberührtem Zustand, Rechts geöffnet mit Sicht auf die Gelegekammer mit den Eiern und dem Pfropfen.

Schlussendlich haben wir auch die Verblindung dokumentiert, sprich ob der Hundeführer oder der Hund wusste (bekannt) wo sich das Gelege befand oder nicht (blind).

Die reine Trainingsdauer betrug total 9 Stunden (exkl. Wartezeiten, Vorbereitungen, Gelegesuchen von Auge etc.)

Die Temperatur während den Trainings reichte von 15 bis 37 ° C ($\bar{\varnothing}$ 25.4 \pm 0.4 °C) und die Luftfeuchtigkeit schwankte zwischen 25 und 77 % (42.5 \pm 1.0%).

Zusätzlich zum Training wurden insgesamt 48 einsatznahe Transektsuchen durchgeführt. Hierbei suchten die beiden Teams jeweils eine Fläche von 5x30 Metern nach Gelegen ab. Dabei wurden jeweils 16 Flächen durch beide Hunde abgesucht und total 16 Flächen nur durch einen Hund. Durchschnittlich wurden 13:29 \pm 00:26 Minuten benötigt, um ein einzelnes Transekt abzusuchen. Es war nur bei einem der insgesamt 32 verschiedenen Transektsuchen bekannt, dass sich ein Gelege darin befand. Dies wurde vom entsprechenden Hund in der Transektsuche nicht erkannt, jedoch danach durch den zweiten Hund in einer Feinsuche. Die Transekte wurden bewusst nicht auf die bekannten Gelegestandorte gelegt, da diese rar waren und somit fürs Training genutzt wurden.



Abb. 9 Koordinaten der Gelege. Die roten und blauen Linien begrenzen das Studiengebiet. Blau symbolisiert die Wasserkante, rot eine Mauer, welche die Mobilität der Schildkröten bis zu einem gewissen Grad einschränkt (die Mauer ist an einigen Orten für Schildkröten passierbar, siehe z.B. Abb. 8). Blaue Symbole markieren Gelege, welche sich in unmittelbarer Nähe zur Mauer befinden, rosa Symbole markieren Gelege, welche sich in der Nähe der Mauer befinden (<5m), gelbe Symbole markieren Gelege, welche sich in grösserem Abstand zur Mauer befinden.

Resultate

13 von insgesamt 18 natürlichen Gelegen wurden spontan durch die Hunde im Training angezeigt (72%), nur 6 Gelege von beiden Hunden. An den 6 restlichen Gelegen wurde in einem früheren Trainingsschritt im geöffneten Zustand trainiert, das heisst es lässt sich keine Aussage über eine spontane

Anzeige eines natürlichen Geleges machen. Spontan bedeutet in diesem Fall, ohne dass die Hunde wussten, wo und ob ein Gelege vorhanden ist und ohne wiederholt an der Stelle zu schnüffeln. Insgesamt gab es 19 spontane Anzeigen durch die zwei Hunde. Davon war der Suchbereich in 10 Fällen ein Einorten (< 2m Suchbereich), in 8 Fällen eine 5m Suche und in einem Fall eine 10m Suche. Die Leistung der beiden Hunde unterschied sich nicht signifikant hinsichtlich der spontanen korrekten Anzeigen an geschlossenen Gelegen (Chi-squared Test, $p=1$): Abby war in der Lage 9 von 16 (56%) Gelegen zu erkennen und Inola 10 von 18 (56%).

7 von insgesamt 16 (44%) Gelegestandorten wurden von den Hunden angezeigt, obwohl sich später herausstellte, dass sich dort kein Gelege befand (falsch positiv). Keiner dieser Standorte wurde von beiden Hunden angezeigt. Abby verzeichnete 4 (25%) falsch positive Anzeigen und Inola deren 3 (19%), d.h. die falsch positiv Anzeigerate unterschied sich nicht signifikant zwischen den Hunden (Chi-squared Test, $p=1$). Die falsch positiven Anzeigen können in erster Linie auf die fehlende Sicherheit am Zielgeruch zurückgeführt werden, welche mit zunehmender Erfahrung zunimmt. Die Daten zeigen einen signifikanten Unterschied zwischen den korrekt positiven und falsch positiven Anzeigen (Anzeigerate Gelege vorhanden = 0.53 versus kein Gelege vorhanden = 0.22, Chi-squared Test $p= 0.02$). Zu beachten ist, dass nicht gleich viele Suchen an Gelegestandorten mit und ohne Gelege durchgeführt wurden, die Hunde jedoch überdurchschnittlich mehr auf tatsächliche Gelege reagierten. Grundsätzlich stellen einzelne falsch positive Anzeigen kein grosses Problem im Feldeinsatz dar, da in solchen Fällen der Standort untersucht werden kann. Es ist zu erwarten, dass sich die Anzahl falsch positiver Anzeigen mit der Sicherheit des Hundes auf dem Zielgeruch verkleinert. Ausserdem verzeichnete auch die visuelle Suche der freiwilligen Helfer 52% falsch positive Funde (ohne Einbezug der Sicherheit bei der Bestimmung).

Die Hunde fanden während den Transektsuchen keine Gelege, was bedeutet, dass sie entweder Gelege nicht erkannt haben, oder sich keine Gelege in den abgesuchten Transektflächen befanden. Da die Hundeführerinnen ebenfalls auf die Erkennung der Gelege geschult wurden und alle verdächtigen Strukturen untersucht wurden, ist davon auszugehen, dass sich – wenn überhaupt – nur sehr wenige Gelege in den abgesuchten Gebieten befanden.

Zwischenfazit Training an natürlichen Gelegen in Spanien

Trotz sehr kurzer Trainingszeit und der beschränkten Anzahl bekannter Gelege haben es die zwei Spürhunde geschafft, den Geruch natürlicher Schildkrötengelege (*Trachemys spp.*) zu lernen und waren in der Lage gut 70% der Gelege zu erkennen und anzuzeigen. Tests zur Frage, wie sich die Detektionswahrscheinlichkeit mit dem Alter des Geleges, der Vegetation/dem Habitat und der Grösse des Suchbereichs verändert, stehen noch aus. Das Potential der Spürhunde Methode wird mit Rücksicht auf dieses neu gewonnene Wissen grösser eingeschätzt, als dies vor dem Feldaufenthalt der Fall war und insbesondere im Endbericht 2022 festgehalten ist.

Charakterisierung der Gelege

Methoden

Am Ende des Trainings an einem Gelege notierten wir jeweils die Vergrabtiefe (wie viele cm Erde, bis das erste Ei zum Vorschein kommt) und die Tiefe des Geleges insgesamt (Distanz zur Oberfläche, nachdem alle Eier entfernt wurden) sowie die Anzahl der Eier und charakterisierten die unmittelbare Umgebung des Geleges. Daraus wurden später die Angaben zur Lage des Geleges (an der Mauer oder nicht an der Mauer) sowie der Vegetation (vorhanden oder nicht) gezogen. Zudem wurde die Lage des Geleges hinsichtlich der Distanz zum nächsten Gewässer und die der Schildkröte zur Verfügung stehende Distanz vom Gewässer bis zur blockierenden Mauer ermittelt (Abb. 9). Zusätzlich wurde aus den Daten die Höhe der Gelegekammer berechnet (Tiefe des Geleges minus Vergrabtiefe). Die Daten zur Vergrabtiefe, der Tiefe des Geleges sowie der Höhe der Gelegekammer und der Anzahl der Eier wurden ebenfalls für Gelege im Centre Emys (Chavornay, VD) in der Schweiz aufgenommen (n = 133 Gelege) (Katzur 2023).

Resultate

Die Vergrabtiefe ($F=16.625$, $p<0.001$) sowie die Tiefe des letzten Eis ($F=15.00$, $p<0.001$) waren signifikant grösser in Spanien als in der Schweiz (lineares Modell, ANOVA Type III, Abb. 10). Die Grösse der Gelegekammer ($F=1.58$, $p=0.21$) und die Anzahl Eier ($F=0.15$, $p=0.70$) unterschieden sich nicht signifikant zwischen Spanien und der Schweiz (lineares Modell, ANOVA Type III).

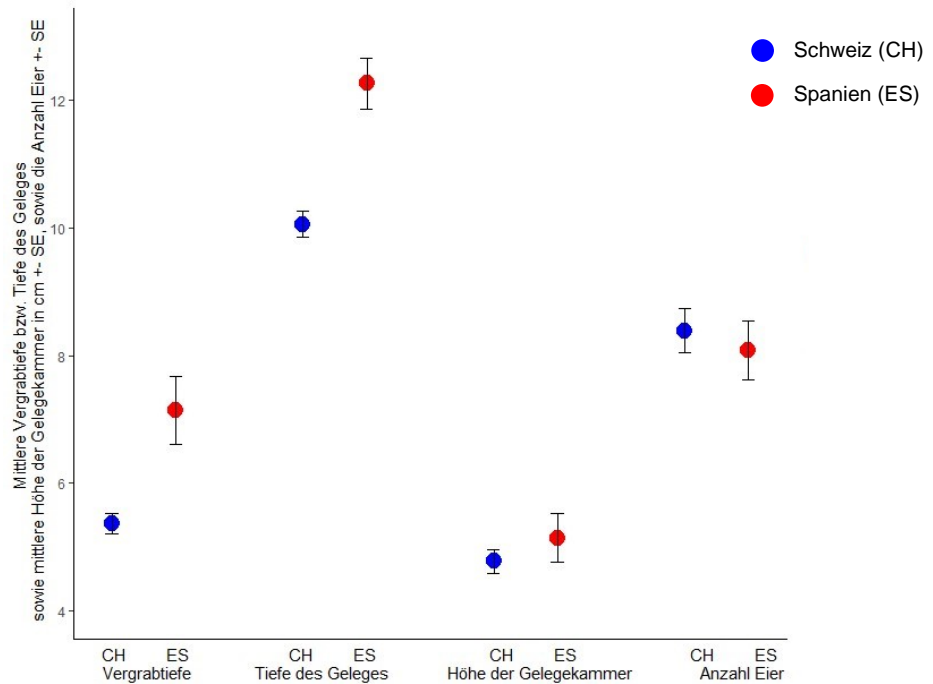


Abb. 10 Mittlere Vergrabtiefe und Tiefe des Geleges sowie mittlere Höhe der Gelegekammer in cm \pm SE, sowie die Anzahl Eier \pm SE für Gelege in der Schweiz (Centre Emys, blau) und in Spanien (Freiland, rot).

Tab. 3 Daten zu den drei Gelegen im Therapie-Tiergarten der Rehab Klinik in Basel. Die Bedingungen entsprechen hier grösstenteils jenen im Freiland in der Schweiz, mit Ausnahme der eingeschränkten Bewegungsmöglichkeiten der Tiere durch den Gehegezaun (Grösse der terrestrischen Fläche innerhalb des Geheges = 270 m²). Aus diesem Grund sind die Daten relevant als Anhaltspunkt für Daten von freilebenden reproduzierenden Populationen in der Schweiz, wurden jedoch auf Grund der geringen Anzahl nicht in die Auswertung in Abb. 10 einbezogen.

Unterart	Legedatum	Vergrabtiefe	Tiefe des Geleges	Höhe der Gelegekammer	Anzahl Eier
<i>Elegans</i>	20.06.2022	3	11	8	10
<i>Elegans</i>	21.06.2023	3	10	7	10
<i>Elegans</i>	04.07.2022	4	10	6	12

Die Gelege lagen durchschnittlich 39.0 ± 5.7 m entfernt vom Gewässer (min: 5 m, max. 105 m, Abb. 9). Die mittlere maximale Distanz vom Gewässer, welche die Schildkröten auf Grund der Begrenzung durch die Mauer hätten zurücklegen können, betrug 53.8 ± 6.7 m (min.: 27 m, max.: 110 m, Abb. 9). Wir wissen nicht, ob die Schildkröten ohne die Mauer eine weitere Distanz zurückgelegt hätten und ob die Schildkröten die Standorte jener Gelege, die in einer gewissen Distanz zur Mauer platziert wurden, ursprünglich so gewählt hatten oder bereits wieder auf dem Rückweg zum Gewässer waren. Bei den Gelegen in unmittelbarer Nähe (0-5m) zur Mauer (55%) kann davon ausgegangen werden, dass die Schildkröten eine weitere Distanz zurückgelegt hätten, wären sie durch die Mauer nicht in ihrer Bewegungsfreiheit eingeschränkt worden (Abb. 9). Diese Aussagen sind sehr vorsichtig zu interpretieren, da ein natürliches Dispersionsverhalten durch das Vorhandensein der Mauer nicht gegeben ist und man nur mit Hilfe von GPS-Trackern an den Tieren das tatsächliche Verhalten genauer interpretieren könnte. Trotzdem ist es enorm wertvoll zu wissen, dass einerseits die Distanz der Gelege zum Gewässer variabel ist und Gelege in bis mindestens 100 m Distanz zum Gewässer vorkommen. Diese Variabilität wird auch in der Literatur so beschrieben und es werden maximale Distanzen von 154 m – 1767 m angegeben (Steen et al. 2012, Washington 2008).

Mit Hilfe eines linearen Modells (ANOVA Typ III) testeten wir, von welchen Faktoren eine erfolgreiche Anzeige der Hunde abhängen könnte. Das vollständige Modell beinhaltete die Interaktionen zwischen der Vergrabtiefe, der Anzahl Eier, der Höhe der Gelegekammer und dem Haupteffekt der Vegetation und der Lage. Das Modell wurde dann schrittweise rückwärts selektiert, bis nur noch die erklärenden Haupteffekte im Modell verblieben. Es zeigte sich, dass eine erfolgreiche Anzeige der Hunde nicht davon abhing, wie tief das erste Ei vergraben war (Vergrabtiefe, $F=0.68$, $p=0.42$), wie viele Eier vorhanden waren ($F=0.80$, $p=0.39$), wie hoch die Gelegekammer angelegt war ($F=1.77$, $p=0.21$) und ob Vegetation vorhanden war oder nicht ($F=0.02$, $p=0.90$) bzw. ob sich das Gelege an der Mauer befand oder nicht ($F=0.82$, $p=0.38$). Dies scheint darauf hinzuweisen, dass zumindest zum jetzigen Zeitpunkt nicht die gemessene Gelegecharakteristik sondern andere Variablen wie z.B. die Sicherheit am Zielgeruch – welche nicht direkt messbar ist – einen grösseren Einfluss auf den Anzeigeerfolg hatte.

Zwischenfazit Charakterisierung der Gelege

Die Eier waren in Spanien in Durchschnitt tiefer vergraben als in der Schweiz, was evtl. auf die unterschiedlichen Umweltbedingungen zurückzuführen ist. Unsere Daten zeigen jedoch, dass sich die gemessenen Eigenschaften der Gelege nicht auf die Detektionswahrscheinlichkeit durch die Hunde auswirken und somit davon ausgegangen werden kann, dass die Hunde auch in der Schweiz unter natürlichen Bedingungen eine ähnliche Detektionswahrscheinlichkeit zeigen sollten. Entsprechend den Angaben aus der Literatur haben die Datenaufnahmen in Spanien ergeben, dass die vorherrschenden lokalen Bedingungen (Verfügbarkeit von Nisthabitat, Barrieren, etc.) einen grossen Einfluss auf die Position von Gelegen zu haben scheinen.

Nächste Schritte bei der Ausbildung

Weiterführende Ausbildung der Gelegespürhunde

Trotz der sehr beschränkten Trainingszeit haben es die zwei Spürhunde geschafft, unter fachkundiger Anleitung den Geruch natürlicher Schildkrötengelege (*Trachemys spp.*) zu lernen und waren in der Lage gut 70% der Gelege zu erkennen und anzuzeigen. Die sieben Trainingstage in Spanien waren erwartungsgemäss zu kurz und die Anzahl bekannter Gelege zu klein, um eine zuverlässige Detektionsrate, welche für einen Feldeinsatz in der Schweiz nötig wäre, zu erreichen. Der Aufenthalt hat jedoch sehr vielversprechende Resultate geliefert, auch im Hinblick auf einen weiteren Trainingsaufenthalt und wie dieser zu organisieren ist. Wir haben nun selbst ein Auge für das Erkennen natürlicher Gelege entwickelt und wissen, dass wir auf die Einschätzung der lokalen Freiwilligen zählen können (nur 15% falsch-positive bzw. 10% falsch-negative Einschätzungen, Tab 2). Die lokalen Bedingungen (Habitat, Gebietszugänglichkeit, Verfügbarkeit des lokalen Teams, Morphologie der Gelege etc.) sind nun bekannt und könnten für die Planung eines weiteren Aufenthalts in Spanien einbezogen werden. Wichtig wäre sicher eine noch ausgedehntere visuelle Suche nach Gelegen und legenden Schildkröten, um mehr Gelege zur Verfügung zu haben und um Daten zum Legeverhalten sammeln zu können, was einsatzrelevante Fakten für die Implementierung in der Schweiz liefern würde.

Falls die Schildkrötengelegespürhunde in der Schweiz zum Einsatz kommen sollen, ist ein weiterführendes Training in Spanien, bzw. in einem Gebiet mit ähnlichen Bedingungen unabdingbar. Um genügend Trainings-

Gelege zur Verfügung zu haben, die Hunde zuverlässig ausbilden zu können und sie anschliessend doppelblind testen zu können ist ein Aufenthalt von mindestens einem Monat nötig (3 Wochen Training, 1 Woche Test). Auf Grund der Saisonalität der Fortpflanzungsperiode und der sehr hohen Temperaturen in Spanien ab Juni bis August wäre der ideale Zeitpunkt für einen Trainingsaufenthalt in der letzten Mai Woche bis Ende Juni. Erst nach einer soliden Ausbildung und dem anschliessenden Test auf die Zuverlässigkeit und Leistung (bis zu welchem Alter können Gelege detektiert werden, wie verändert sich die Detektionsrate mit der Vegetation und dem Substrat, welche Flächengrösse ist pro Tag absuchbar, etc.) wäre ein regelmässiger und systematischer Einsatz solcher Spürhunde in der Schweiz denkbar.

Ausbildung von Spürhunden zum Auffinden adulter Tiere sowie Schildkröten-Tracking Hunde

Denkbar wäre, dass die Gelegesuche mit weiteren Suchstrategien ergänzt würde, um den Bekämpfungserfolg zu maximieren. Die Ausbildung eines Spürhundes zum Auffinden adulter Tiere, würde zusätzliche Vorteile bringen, da so legende Tiere, oder solche die auf der Suche nach einem Niststandort sind, sehr schnell und grossflächig aufgespürt und eingefangen werden könnten. So könnten direkt potente Weibchen aus der Population entfernt werden, was bekämpfungsstrategisch wertvoller ist als die Entnahme von Männchen oder juvenilen Tieren. Der Einsatz von Hunden zum Auffinden von adulten Schildkröten wäre auch in Spanien für das Training der Gelegespürhunde hilfreich (zusätzliche Gelegefunde und Möglichkeiten zur Verhaltensbeobachtung von legenden Weibchen). Eine solche Ausbildung wäre deutlich schneller und weniger aufwändig als die Ausbildung zum Gelegespürhund (sofern genügend adulte Tiere für die Ausbildung und entsprechende Bewilligungen vorhanden wären), könnte in der Schweiz stattfinden, würde eine relativ hohe Detektionsrate hervorbringen und wird bereits für verschiedene Schildkrötenarten erfolgreich angewendet (z.B. Schwartz & Schwartz (1991), Cablk & Heaton (2006), Ballouard et al. (2019)). Es ist zu erwarten, dass die Hunde auch auf Schlüpflinge, welche sich auf dem Weg zum Gewässer befinden, generalisieren würden und man diese mit derselben Suchstrategie wie für die adulten Tiere direkt auch einfangen könnte.

Eine weitere Möglichkeit wäre die Ausbildung von Spürhunden, welche die Geruchsspur von adulten Schildkröten aufnehmen (O'Keeffe, 2009) und so diese Spur bis zum Gelege oder in die Nähe des Geleges verfolgen können,

wo dann die Feinsuche nach dem genauen Gelegestandort stattfinden könnte. Diese Ausbildung wäre aufwändiger als die Suche nach der adulten Schildkröte selbst und müsste hinsichtlich Machbarkeit noch genauer untersucht werden (vor allem die Wahrnehmbarkeit der Spur über die Zeit und der Einfluss des Habitats (Vegetation, Untergrund, etc.)), könnte jedoch auch in der Schweiz stattfinden. Der Einsatzbereich läge beim regelmässigen Absuchen der Uferlinie von besiedelten Gewässern und falls vorhanden die Aufnahme und Verfolgung der Schildkrötenspur.

Bedeutung des gewonnenen Wissens für den Einsatz von Spürhunden zur Bekämpfung von gebietsfremden Wasserschildkröten in der Schweiz

Stärken und Grenzen einer Bekämpfungsstrategie mittels Spürhunden

Die Stärke der Methode liegt in einer möglichst ethischen Bekämpfung einer gebietsfremden Art, da das Anstechen oder Einfrieren von Eiern ausschliesslich die Vernichtung von Embryos betrifft. Jungen Embryos wird die Fähigkeit Schmerzen zu fühlen nicht zugeschrieben und somit wird das Tierwohl nur bedingt beeinträchtigt, wobei zum Ende der Inkubation mit einer Zunahme der Schmerzwahrnehmung gerechnet werden muss (Smith et al. 2022). Auch kommen die Individuen in einem Gelege aggregiert vor und können alle aufs Mal vernichtet werden, was nach dem Schlüpfen nicht mehr der Fall ist und für jedes einzelne Tier mehr Zeit aufgewendet werden muss, um es z.B. einzufangen. Zudem entfallen die Kosten für die Euthanasie oder Unterbringung in Auffangstationen, was sehr kostenaufwändig ist und wo die Kapazitätsgrenzen bereits zum aktuellen Zeitpunkt bald erreicht sind (Ducotterd & Ursenbacher, Matthys 2023). Matthys (2023) berechnete jährliche Kosten von 83 CHF pro eingefangene Schildkröte, welche in einer Auffangstation untergebracht wird (inkl. Futter, Elektrizität und Bau von neuen Gehegen) und einmalige Kosten von 100 CHF pro Individuum für die Euthanasie. Bei der Suche nach adulten Schildkröten (Nistsubstrat suchende oder Eier legende Weibchen) könnten diese sehr einfach behändigt und einer Auffangstation übergeben werden. Für diese Suche könnte ausserdem die Suchfläche ausgeweitet werden, um auch Weibchen zu finden, welche eine grosse Distanz zum Wasser zurücklegen und man somit bekämpfungstechnisch wichtige Daten über die lokale Population sammeln könnte. Denkbar wäre in der Zukunft eine Ausweitung der Ausbildung auf weitere nicht heimische Süsswasserschildkrötenarten, bei welchen ähnliche oder gar schlimmere Auswirkungen auf das Ökosystem erwartet werden (z.B. *Chelydra serpentina*) (Ducotterd & Ursenbacher

2023). Es ist zu erwarten, dass die Einsatzszenarien für verschiedene Arten ähnlich aussehen würden.

Die Schwäche der Methode liegt im grossen Suchaufwand vor allem dann, wenn mit nur sehr wenigen Gelegen zu rechnen ist. Um das Potential der Gelegesuche mittels Spürhunden abschliessend beurteilen zu können, ist ein weiterer Trainingsaufenthalt inkl. standardisierte Tests der Fähigkeiten in Spanien, bzw. in einem Gebiet mit ähnlichen Bedingungen notwendig, da bis anhin noch unklar ist, wie sich die Detektionswahrscheinlichkeit mit dem Alter des Geleges, der Vegetation/dem Habitat und der Grösse des Suchgebiets verändert. Alle essentiellen Faktoren für die Beurteilung der Methode für den Feldeinsatz. Die vorliegenden Resultate deuten jedoch auf grosses Erfolgspotential der Methode hin, insbesondere grösser als dies vor dem Feldaufenthalt in Spanien und entsprechend im Endbericht 2022 eingeschätzt wurde (Karp 2022, Ducotterd & Ursenbacher 2023).

Anforderungen an Einsatzgebiete

Gelegespürhunde

Grundsätzlich ist es so, dass bei Gerüchen, die nur schwer wahrnehmbar sind, eine sehr hohe Schnüffelfrequenz mit tiefer Nase und geschlossenem Maul von grosser Bedeutung ist, um die Wahrscheinlichkeit zu erhöhen, dass einzelne Duftmoleküle wahrgenommen werden können. Eine erfolgreiche Detektion bedingt daher den Einsatz von Hunden, welche neben dem Erkennen des Zielgeruchs auf eine hohe Schnüffelfrequenz und grosse Ausdauer hin trainiert werden. Eine solch intensive Suche hat zur Folge, dass der Hund schneller ermüdet als bei einer Suche mit geringerer Schnüffelfrequenz und dass somit entsprechend kleinere Flächen pro Einsatztag abgesucht werden können. Für die standardisierten Transektsuchen in Spanien ($5 \times 30 \text{m} = 150 \text{m}^2$) benötigten die Hunde im Schnitt $13:29 \pm 00:26$ Minuten. Wir gehen davon aus, dass die Hunde somit an einem Einsatztag durchschnittlich 1500m^2 absuchen können. Für einen effizienten Einsatz von Spürhunden für die Detektion von gebietsfremden Wasserschildkrötengelegen ist es deshalb essentiell, das abzusuchende Gebiet so gut wie möglich einzugrenzen.

Die Eier waren in Spanien im Schnitt tiefer vergraben als in der Schweiz, was neben anderen Faktoren darauf hindeuten könnte, dass die Schildkröten die Vergräbtiefe an die vorherrschende Temperatur anpassen (Tietz et al. 2023). José Bataller bemerkte ausserdem, dass die Schildkröten in Spanien Standorte mit direkter Sonneneinstrahlung eher meiden und

stattdessen eine partielle Besonnung bevorzugen. So werden die Gelege nicht selten in der Vegetation angelegt, oder an einem Standort innerhalb der Plantage, welcher durch die Orangenbäume teils beschattet wird. Bei Rotwangenschmuckschildkröten wird das Geschlecht durch die mittlere Inkubationstemperatur bestimmt: bei einer durchschnittlichen Inkubationstemperatur von 28°C oder kälter entstehen Männchen, bei über 30°C entstehen Weibchen, um die 29 °C können beide Geschlechter entstehen (Wibbels et al. 1991). Daher dürfen sich die Gelege nicht zu sehr erwärmen, da dann nur Weibchen entstehen würden, oder die Temperatur für die Entwicklung der Eier gar grundsätzlich zu hoch ist. Es ist zu erwarten, dass in der Schweiz auf Grund der tieferen mittleren Temperatur eher stark besonnte Standorte bevorzugt werden, damit sich die Eier überhaupt entwickeln können und damit nicht nur Männchen entstehen, was den Suchperimeter auf Offenflächen einschränken würde (Ernst et al. 1994).

Die Distanz der Gelege zum Wasser variiert stark von Population zu Population und ist vermutlich durch lokale Unterschiede im Nistsubstratangebot gegeben. Ein Erfolgsfaktor für das Projekt in Spanien stellt eine Barriere in Form einer Mauer dar (Abb. 9). Einige Schildkröten laufen bis zur Mauer und da sie dort nicht mehr weiterkommen, legen sie ihre Eier in unmittelbarer Nähe zur Mauer ab. Die Mauer beschränkt somit zum einen den Suchradius (die mittlere Distanz der Gelege zum Wasser war 39 m (min. 5 m, max. 105 m) bei einer maximal zugänglichen Distanz von 54 m (min. 27 m, max. 110m) und ermöglicht zum anderen eine sehr genaue und spezifische Suche entlang der Mauer mit erhöhtem Erfolg: zwei Drittel der Gelege wurden entlang der Mauer aufgefunden, die Mauer stellt jedoch nur einen Bruchteil der Gesamtfläche dar. Über 70% der durch die Helfer falsch klassifizierten Gelege befanden sich entlang der Mauer, was das Potential der Hunde für eine Suche auf vordefiniertem Raum unterstreicht. In der Schweiz könnte eine solche Gebietsabgrenzung bei einzelnen kleinen Gewässern mit dem Aufstellen von mobilen Zäunen während der Legesaison erreicht werden, falls natürliche Begrenzungen fehlen und sie keinen zu grossen Einfluss auf einheimische Arten hätten (Amphibien, Kleinsäuger etc).

Ideale Einsatzgebiete für Gelegespürhunde haben eine begrenzte Fläche mit Vorkommen potentieller Gelegestandorte. Dies sind eher kleine Gewässer, Gewässer mit vorhandenen oder temporären Barrieren für die Nistsubstrat suchenden weiblichen Schildkröten oder Gewässer mit geeignetem Nistsubstrat in unmittelbarer Nähe zum Gewässer und gleichzeitig ungeeignetes Habitat in grösserer Distanz, womit sich das Überwinden einer grösseren Distanz für das weibliche Tier nicht lohnt. Der Einsatz von

Spürhunden macht nur dort Sinn, wo bereits eine Reproduktion verzeichnet werden konnte und man daher weiss, dass geeignete Gelegestandorte vorkommen und diese auch Nachkommen hervorbringen (ausreichende Inkubationstemperatur). Eine präventive Suche ohne vorherigen Nachweis von Reproduktion macht aus unserer Sicht eher weniger Sinn, da Aufwand und Ertrag nicht im Gleichgewicht stehen.

Suche nach adulten Schildkröten

Indem Spürhunde dazu ausgebildet werden, adulte Schildkröten bei der Nistsubstratsuche zu finden, kann die Fläche des Untersuchungsgebiets um ein Vielfaches vergrössert werden, da es sich hierbei um einen viel stärkeren Geruch handelt und der Hund in einer systematischen Grobsuche suchen kann und so viel mehr Fläche pro Zeit abdecken kann als ein Hund, der in einer Feinsuche einen schwachen Geruch sucht. Hier würde sich je nach dem sogar ein Einsatz an Gewässern lohnen, bei denen noch keine Reproduktion nachgewiesen werden konnte, da der Such- und Trainingsaufwand kleiner ausfällt. Dazu müssten jedoch noch weitere Daten zum Verhalten der weiblichen Tiere (Suchzeitraum) gesammelt werden, um die Anwendung der Methode zu optimieren. Ausser dass das Gelände für den Hund zugänglich sein muss, bestehen keine weiteren Anforderungen an das Einsatzgebiet.

Schildkröten-Tracking Hunde

Die Ausbildung eines Spürhundes auf die Verfolgung einer Spur einer adulten Schildkröte könnte das Suchfenster im Vergleich zu den Suchen nach adulten Weibchen ein wenig vergrössern, da die Präsenz des Weibchens nicht unmittelbar gegeben sein muss. Auch hier bestehen ausser der Zugänglichkeit der Uferlinie keine weiteren Anforderungen an das Einsatzgebiet.

Einsatzszenario: Implementierung der Methode auf kantonaler Ebene

Unabhängig der eingesetzten Methode müsste als erster Schritt eine Liste aller von Reproduktion betroffener Gewässer erstellt werden (Fund juveniler Tiere), damit diese als erste Priorität angegangen werden könnten. Grundsätzlich bedarf es für alle Methoden noch weitere Datenaufnahmen um den Einsatz so effizient wie möglich zu gestalten.

Gelegespürhunde

Da die Eingrenzung der Suchfläche für den effizienten Einsatz der Gelegespürhunde ein sehr wichtiger Faktor darstellt, müsste als erster Schritt eine Kartierung von potentiell Nistsubstrathabitat für von Reproduktion betroffene Gewässer durchgeführt werden. Die Kartierung der geeigneten Nistsubstrathabitate unter Beachtung des Substrats, der Besonnung und vorhandener Barrieren könnte auf den Maximalwert der Distanz von Gelegen zum Gewässer von 1767m (Steen et al. 2012) beschränkt werden. Je nach Grösse der resultierenden Suchfläche müssten weitere Eingrenzungen bzw. Priorisierungen vorgenommen werden, da pro Einsatztag pro Hund nur ca. 1500 m² abgesucht werden können. Die Fläche könnte z.B. in verschiedene Prioritätszonen unterteilt werden (höchste Priorität 0 – 100 m Distanz zum Wasser, zweithöchste Priorität 100 – 200 m Distanz zum Wasser, dritthöchste Priorität 200 – ca. 1800 m Distanz zum Wasser). Die resultierende Suchfläche pro Kategorie wird je nach Gewässer bzw. Eigenschaften des Umlands unterschiedlich ausfallen. Die Resultate zur Detektionswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit des Alters des Geleges würden dann die Suchfrequenz bestimmen (Trainingsaufenthalt in Spanien). Je höher das Alter der Gelege, die noch detektiert werden können, desto geringer die Suchfrequenz. Sprich, wäre es für die Hunde möglich, auch einwöchige Gelege zu erkennen, wäre ein Absuchen in einem Intervall von einer Woche der sicherste Weg, um möglichst alle Gelege zu detektieren. Dies innerhalb der Legeperiode (Mitte Mai bis Ende August).

Suche nach adulten Schildkröten

Der Suchperimeter für das Einsatzszenario bei einer Suche nach adulten Schildkröten beschränkt sich auf die für die weiblichen Schildkröten zugängliche Fläche: 1800 m Perimeter um das gesamte Gewässer exkl. Flächen, die durch das Vorhandensein einer Barriere unzugänglich sind. Die Suche nach adulten Schildkröten wäre relativ flexibel, da bei den meisten Gewässern ein Grossteil der Fläche pro Einsatztag komplett abgesucht werden könnte und man somit wichtige Daten zur Praktikabilität der Prioritätszonen in Abhängigkeit der lokalen Gegebenheiten sammeln könnte (Ausweiten oder Eingrenzen der Zone für die Gelegespürhunde je nach Fundhäufigkeit adulter Schildkröten). Falls auf Grund der Grösse des Gewässers und des entsprechenden Suchperimeters von 1800 m das komplette Absuchen der Fläche nicht möglich sein sollte, könnte auch hier die Suchfläche auf Zonen erster, zweiter oder dritter Priorität beschränkt werden.

Hier fehlen momentan noch Erkenntnisse zur Detektionsrate in Abhängigkeit vom Bewuchs. Für diese Suche verkürzt sich der Zeitraum auf jene Zeit,

in der sich das Weibchen ausserhalb des Wassers befindet. Die Suchfrequenz müsste also entsprechend hoch sein und es bräuchte noch mehr Wissen darüber, zu welcher Uhrzeit die Eiablage bevorzugt stattfindet, um genau dann die Suche zu planen.

Schildkröten-Tracking Hunde

Das Einsatzszenario der Tracking Hunde würde das Absuchen der gesamten Uferlinie des Gewässers beinhalten und das entsprechende Verfolgen einer aus dem Wasser führenden Schildkrötenspur, falls diese wahrgenommen wird. Falls so der exakte Standort des Geleges nicht eruiert werden könnte, hätte man trotzdem einen Anhaltspunkt, um eine eingegrenzte Fläche mit einem Gelegespürhund abzusuchen. Zur Dokumentation der Schildkrötenspur wäre die Aufzeichnung des Weges des Hundes mittels GPS-Gerät sinnvoll, um danach die Gelegespürhunde am entsprechenden Ort allenfalls in die Feinsuche schicken zu können. Auch hier fehlen noch weiterführende Angaben zur Praktikabilität der Methode im Feld.

Impressum

Auftraggeber: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abt. Boden und Biotechnologie, CH-3003 Bern

Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Auftragnehmer: Artenspürhunde Schweiz

Autorin: Denise Karp

Hinweis: Diese Studie/dieser Bericht wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

Danke!

Gerne möchten wir uns bei Charlotte Ducotterd und Sylvain Ursenbacher für die Unterstützung und das Vertrauen bedanken. Nur dank der Zurverfügungstellung der Eier und der Möglichkeit im Centre Emys trainieren zu können, konnten wir das Projekt überhaupt starten. Lieben Dank an Gisela Van der Weijden und Lorena Wegmüller von Therapie-Tiergarten der Rehab Klinik in Basel, welche uns Zugang zu den natürlichen Gelehen im Auslaufgehege der Minipigs gaben und dafür einige Umstände auf sich nahmen! Caro Feiertag (2021), Cheyenne Katzur (2022), Shaquille Matthys (2022) und Dorina Hilligardt (2023) unterstützen uns jeweils tatkräftig während der Feldsaison und der Auswertung der Daten, ganz herzlichen Dank für euren Einsatz! Für die standardisierten Suchen waren wir auf Helfer angewiesen: Brigitte Matter, Christine Keller, Christoph Schaufelberger, Claudia Schulte, Franziska Heuberger, Jacqueline Büchi, Shaquille Matthys und Lotte Schaufelberger, herzlichen Dank für eure Unterstützung und das Ausharren in der prallen Sonne! Ein ganz besonderes Dankeschön geht an José Vicente Bataller, welcher uns im Vorfeld über die Bedingungen in Spanien auf dem Laufenden hielt und uns vor Ort bestens betreute, sein Expertenwissen sehr grosszügig zur Verfügung stellte, selber Gelege suchte und die Helfer vor Ort koordinierte, ohne ihn wäre der Feldaufenthalt in Spanien nicht möglich gewesen! Danke auch an alle freiwilligen Helfer vor Ort! Lara Schaufelberger und Marie-Sarah Beuchat bildeten ihre Hunde für das Projekt aus und haben viel Zeit und Mühe investiert, ihr seid die Besten! Jelena Mausbach unterstütze tatkräftig beim Studiendesign und der statistischen Auswertung, vielen Dank!

Wir sind sehr dankbar für die finanzielle Unterstützung, ohne jene die Durchführung nicht möglich gewesen wäre! Die info fauna KARCH finanzierte die ersten beiden Jahre (2021, 2022) des Projekts im Rahmen der vom BAFU finanzierten Studie «Présence de Trachemys scripta et autres tortues aquatiques en Suisse - développement de méthode de détection et de lutte». Insbesondere die Anschubfinanzierung durch die Albert-Heim-Stiftung ermöglichte uns eine realistische Planung des Feldaufenthalts in Spanien. Herzlichen Dank auch an die unterstützenden Kantone BL, VS, AG sowie die Sektionen ZH und Zentralschweiz des Cercle Exotique und das BAFU für die Finanzierung der Saison 2023.

Pressebeiträge über das Projekt:

[20 Minuten online, 22.08.21](#)

[SRF Schweiz Aktuell, 06.10.22](#)

[Castellón Diario, 24.05.23](#)

Referenzen

- Aldridge, D., Aldridge, S., Mead, A., Scales, H., Smith, R., Zieritz, A. & Sutherland, W. (2015), Control of freshwater invasive species: Global evidence for the effects of selected interventions.
- Amacher, L., Künzle, I. & Walther, G.-R. (2022), Gebietsfremde Arten in der Schweiz. Übersicht über die gebietsfremden Arten und ihre Auswirkungen. 1. Aktualisierte Auflage 2022. Erstausgabe 2006., Technical Report 2220, Bundesamt für Umwelt, Bern.
- Bager, A., Krause, L. and de Freitas T. R. O. (2012), Fidelity to nesting sites and orientation of *Trachemys dorbigni* (Duméril & Bibron, 1835) (Testudines: Emydidae) female in southern Brazil, *Tropical Zoology*, 25:1, 31-38, DOI: 10.1080/03946975.2012.679393
- Ballouard, J., Gayraud, R., Rozec, F., Besnard, A., Caron, S., Bech, N., Bonnet, X. (2019), Excellent performances of dogs to detect cryptic tortoises in Mediterranean scrublands, *Biodiversity and Conservation* 28(14), 4027–4045.
- Bundesamt für Umwelt (BAFU) (2012), Strategie Biodiversität Schweiz. In Erfüllung der Massnahme 69 (Ziel 13, Art. 14, Abschnitt 5) der Legislaturplanung 2007–2011: Ausarbeitung einer Strategie zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität., Technical report, Bundesamt für Umwelt (BAFU).
- Cablk, M. E. & Heaton, J. S. (2006), Accuracy and reliability of dogs in surveying for desert tortoise (*Gopherus agassizii*), *Ecological Applications* 16(5), 1926–1935.
- Carr, A. & Gibbons, J. W. (2018), Handbook of Turtles: The Turtles of the United States, Canada, and Baja California, Cornell University Press, Ithaca, NY.
- Dorđević, S. & Anđelković, M. (2015), Possible reproduction of the red eared slider, *Trachemys scripta elegans* (Reptilia: Testudines: Emydidae), in Serbia, under natural conditions. *Hyla: Herpetological bulletin* 2015(1), 44–49.
- Ducotterd & Ursenbacher (2023), Présence de *Trachemys scripta* et autres

- tortues aquatiques en Suisse – développement de méthode de détection et de lutte, Projektbericht, 75 Seiten
- Ernst, C. & Lovich, J. (2009), *Turtles of the United States and Canada*, Johns Hopkins University Press.
- Ernst, C. H., Barbour, R. W., Lovich, J. E. (1994), *Turtles of the United States and Canada*, Smithsonian Institution Press, Washington.
- Gemel, R., Marolt, M., Ochsenhofer, G. (2005), Ungewöhnliche „Naturbrut“ einer Rotwangen-Schmuckschildkröte (*Trachemys scripta elegans*) in der Südsteiermark, *ÖGHAktuell* 15, 9–11.
- Grimm-Seyfarth, A., Harms, W and Berger, A. (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* 00:1–12: doi: 10.1111/2041-210X.13560
- Karp, D. (2022), Spürhunde zur Bekämpfung der gebietsfremden Rotwangen- und Gelbbauchschmuckschildkröten. Projektbericht, Artenspürhunde Schweiz, 16 Seiten
- Katzur, C. A. (2023), Spürhunde im Einsatz zur Bekämpfung invasiver Arten – Eine Untersuchung von Neststrukturen der Arten Gelbwangenschmuckschildkröte (*Trachemys scripta scripta*) und Rotwangenschmuckschildkröte (*Trachemys scripta elegans*), BSc-Arbeit, Universität Hildesheim
- Kleewein, A. (2014), First record of reproduction in open land of *Trachemys scripta troostii* (Holbrook, 1836) with the nominate species *Trachemys scripta* (Schoepff, 1792) in Austria, *Herpetozoa* 26, 183–185.
- Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S. & De Poorter, M. (2000), 100 of the World's Worst Invasive Alien Species: A Selection from the Global Invasive Species Database, Vol. 12, Invasive Species Specialist Group Auckland.
- Matthys (2023), Assessing control methods for the invasive Pond Slider *Trachemys scripta* in Switzerland. MSc thesis, University of Bern
- Martins, H. B., Azevedo, F. & Teixeira, J. (2018), First reproduction report of *Trachemys scripta* in Portugal Ria Formosa Natural Park, Algarve, *Limnetica* 1(37), 61–67.
- O’Keeffe, S. (2009), The Practicalities of Eradicating Red-eared Slider Turtles (*Trachemys scripta elegans*), *Aliens: The Invasive Species Bulletin*. Newsletter of the IUCN/SSC Invasive Species Specialist Group. pp. 19–24.
- Pieh, A. & Laufer, H. (2006), Die Rotwangen-Schmuckschildkröte (*Trachemys scripta elegans*) in Baden-Württemberg – mit Hinweis auf eine Reproduktion im Freiland, *Zeitschrift für Feldherpetologie* 13,

225–234.

- Powers, R. M. (2018), Detection Dogs as Ambassadors and Field Assistants to Protect Imperiled Reptiles and Amphibians, in N. L. Richards, ed., ‘Using Detection Dogs to Monitor Aquatic Ecosystem Health and Protect Aquatic Resources’, Springer International Publishing, Cham, pp. 25–69.
- Priddle M. (2017), Conservation Dogs to Detect Blanding’s Turtle Nests prior to Road Rehabilitation Activities Transportation Association of Canada (TAC) Ottawa, Ontario Canada. Conference: TAC 2017: Investing in Transportation: Building Canada’s Economy, Conference and Exhibition of the Transportation Association of Canada
- Reshetnikov, A. N., Zibrova, M. G., Ayaz, D., Bhattarai, S., Borodin, O. V., Borzée, A., Brejcha, J., Çiçek, K., Dimaki, M., Doronin, I. V., Drobenkov, S. M., Gichikhanova, U. A., Gladkova, A. Y., Gordeev, D. A., Ioannidis, Y., Ilyukh, M. P., Interesova, E. A., Jadhav, T. D., Karabanov, D. P., Khabibullin, V. F., Khabilov, T. K., Khan, M. M. H., Kidov, A. A., Klimov, A. S., Kochetkov, D. N., Kolbintsev, V. G., Kuzmin, S. L., Lotiev, K. Y., Louppova, N. E., Lvov, V. D., Lyapkov, S. M., Martynenko, I. M., Maslova, I. V., Masroor, R., Mazanaeva, L. F., Milko, D. A., Milto, K. D., Mozaffari, O., Nguyen, T. Q., Novitsky, R. V., Petrovskiy, A. B., Prelovskiy, V. A., Serbin, V. V., Shi, H.-t., Skalon, N. V., Struijk, R. P. J. H., Taniguchi, M., Tarkhnishvili, D., Tsurkan, V. F., Tyutenkov, O. Y., Ushakov, M. V., Vekhov, D. A., Xiao, F., Yakimov, A. V., Yakovleva, T. I., Yang, P., Zeleev, D. F. & Petrosyan, V. G. (2023), Rarely naturalized, but widespread and even invasive: The paradox of a popular pet terrapin expansion in Eurasia, *NeoBiota* 81, 91–127.
- Schradin, C. (2020), ‘Successful reproduction of *Trachemys scripta* in the Altrhein of Kehl (Germany) and simultaneous increase of estimated population size’, *bioRxiv* p. 2020.08.06.240788.
- Schwartz, E. R. & Schwartz, C. W. (1991), A quarter-century study of survivorship in a population of three-toed box turtles in Missouri, *Copeia* 1991(4), 1120–1123.
- Smith, K.G., Nunes, A.L., Aegerter, J., Baker, S.E., Di Silvestre, I., Ferreira, C.C., Griffith, M., Lane, J., Muir, A., Binding, S., Broadway, M., Robertson, P., Scalera, R., Adriaens, T., Åhlén, P-A., Aliaga, A., Baert, K., Bakaloudis, D.E., Bertolino, S., Briggs, L., Cartuyvels, E., Dahl, F., D’hondt, B., Eckert, M., Gethöffer, F., Gojdičová, E., Huysentruyt, F., Jelić, D., Lešová, A., Lužnik, M., Moreno, L., Nagy, G., Poledník, L., Preda, C., Skorupski, J., Telnov, D., Trichkova, T., Verreycken, H. and Vucić, M. (2022), A manual for the management of vertebrate invasive

- alien species of Union concern, incorporating animal welfare. 1st Edition. (No.1246 07.027746/2019/812504/SER/ENV.D.2.). European Commission
- Standfuss, B., Lipovšek, G., Fritz, U. & Vamberger, M. (2016), Threat or fiction: Is the pond slider (*Trachemys scripta*) really invasive in Central Europe? A case study from Slovenia, *Conservation Genetics* 17(3), 557–563.
- Steen, D., Gibbs, J., Buhlmann, K., Carr, J., Compton, B., Congdon, J., Doody, J., Godwin, J., Holcomb, K., Jackson, D., Janzen, F., Johnson, G., Jones, M., Lamer, J., Langen, T., Plummer, M., Rowe, J., Saurmure, R., Tucker, J. & Wilson, D. (2012), Terrestrial habitat requirements of nesting freshwater turtles, *Biological Conservation* 150(1), 121–128.
- Tietz, B, Penner, J. and Vamberger, M. (2023), Chelonian challenge: three alien species from North America are moving their reproductive boundaries in Central Europe. *NeoBiota* 82: 1–21: doi: 10.3897/neobiota.82.87264
- Vamberger, M., Lipovšek, G., Gregorič, M. (2012), First reproduction record of *Trachemys scripta* (Schoepff, 1792), in Slovenia. *Herpetozoa* 25: 76–79.
- Washington, A. C. (2008), Site Selection and Survival of *Pseudemys Texana* and *Trachemys Scripta Elegans* Nests at Spring Lake in San Marcos, Texas, PhD thesis, Texas State University, San Marcos, San Marcos, Texas.
- Wibbels, T., Bull, J.J., Crews, D. (1991), Chronology and morphology of temperature-dependent sex determination. *The Journal of experimental Zoology*, 260, 371–381.
- Witherington, B., Peruyero, P., Smith, J. R., MacPhee, M., Lindborg, R., Neidhardt, E. and Savage, A. (2017), Detection Dogs for Sea Turtle Nesting Beach Monitoring, Management, and Conservation Outreach. *Marine Turtle Newsletter* 152:1-4: <http://www.seaturtle.org/mtn/archives/mtn152/mtn152-1.shtml>