

Masterarbeit an der Universität Basel

Verbreitung und Bestandsentwicklung der Geburtshelferkröte *Alytes obstetricans* im Kanton Basel-Landschaft

Franziska Studer, Valentin Amrhein und Tobias Roth



STUDER, F., V. AMRHEIN & T. ROTH (2018): Distribution and population trend of the Common Midwife Toad *Alytes obstetricans* in the canton of Basel-Landschaft. Ornithol. Beob. 115: 371–387.

In Switzerland, about 50 % of the populations of Common Midwife Toads have disappeared in the last 25 years. Such a decrease was not yet found in the canton of Basel-Landschaft, where new populations have been continuously discovered since the survey in 1978. For the present study, we summarized the last four canton-wide surveys and revisited most of the known populations. Since 2011, 85 populations out of 114 known populations have been confirmed; in 24 surveyed populations, no toads were found. Within the populations, there was a trend towards decreasing numbers of adults over the period 1978–2017. We examined whether the population trend is related to the occurrence of a pathogenic chytrid fungus or of water frogs, and to the elevation and the size of the area inhabited by a toad population. A relatively clear correlation was found only for the size of the area: Populations where locations of individual observations were less than 100 m apart showed a trend towards decreasing numbers of adults, while populations with larger areas remained quite stable. This finding should be taken into account in management projects: In the case of shrinking populations, new habitats should be created in the immediate vicinity. Populations that are close to each other should be connected so that suitable habitats can be found at distances of about 500–1500 m.

Franziska Studer, Unterdorf 10, CH–4203 Grellingen, E-Mail franziskastuder@gmx.ch; Valentin Amrhein, Zoologisches Institut, Universität Basel, Vesalgasse 1, CH–4051 Basel und Schweizerische Vogelwarte, CH–6204 Sempach, E-Mail v.amrhein@unibas.ch; Tobias Roth, Zoologisches Institut, Universität Basel, Vesalgasse 1, CH–4051 Basel und Hintermann & Weber AG, Austrasse 2a, CH–4153 Reinach, E-Mail t.roth@unibas.ch

Etwa 50 % der bekannten Populationen der Geburtshelferkröte *Alytes obstetricans* in der Schweiz sind in den letzten 25 Jahren erloschen (Schmidt & Zumbach 2005). Die noch vorhandenen Populationen zeigen einen Trend zu kleineren Gruppen rufender Tiere (Borgula & Zumbach 2003). Auf der Roten Liste der gefährdeten Amphibien ist die Art als «stark gefährdet» eingestuft (Schmidt & Zumbach 2005).

Im Kanton Basel-Landschaft ist die Situation wohl noch nicht so dramatisch wie in der gesamten Schweiz. Seit 1978 wurden in vier kantonsweiten Kartierungen die Bestände der Geburtshelferkröte erfasst (Labhardt & Schneider 1981, Hintermann 1986, Schwarze 1993, Schmidt et al. 2010). Den wenigen Verlusten von Vorkommen standen jeweils zahlreiche Neuentdeckungen gegenüber. Über die Hälfte der Populationen haben aber aufgrund der sehr

geringen Grösse (1–5 Rufer) ein hohes Risiko, wieder zu verschwinden. Trotzdem trägt der Kanton Basel-Landschaft mit seinen vergleichsweise vielen Vorkommen von Geburtshelferkröten eine grosse Verantwortung für die Art in der Schweiz (Schmidt et al. 2010). Baur & Ruckli (2011) haben im Auftrag des Kantons Basel-Landschaft eine Liste mit den besonders schützenswerten Arten des Kantons erstellt; die Geburtshelferkröte erreicht als einzige Amphibienart den Status «sehr hohe kantonale Priorität».

Die letzte kantonale Bestandsaufnahme (Schmidt et al. 2010) liegt nun ein Jahrzehnt zurück und soll mit der vorliegenden Studie aktualisiert werden. Ziel der Arbeit ist, herauszufinden, wie sich die Populationen im Kanton Basel-Landschaft seit Beginn der ersten Kartierung 1978 entwickelt haben. Anhand der Daten aus dann insgesamt fünf kantonalen Bestandserhebungen sollen die folgenden fünf Fragen untersucht werden:

(1) Gibt es einen generellen Trend zu kleineren Populationen? Schweizweit lässt sich ein solcher Trend feststellen (Borgula & Zumbach 2003).

(2) Gibt es an Standorten mit Chytridpilz einen Trend zu kleineren Populationen? Die Chytridiomykose ist eine Amphibienkrankheit, die mitverantwortlich für das globale Amphibiensterben ist. Der Chytridpilz *Batrachochytrium dendrobatidis* zersetzt das Keratin in der

Amphibienhaut, was für die Tiere tödlich sein kann. In Spanien wird der Chytridpilz für das Massensterben von Geburtshelferkröten verantwortlich gemacht (Bosch et al. 2001). Ein Trend zu kleineren Populationen bei Anwesenheit des Chytridpilzes konnte im Kanton Basel-Landschaft bis 2010 allerdings nicht festgestellt werden (U. Tobler mdl.). Geburtshelferkröten sind während oder kurz nach der Metamorphose von der Kaulquappe zum Adulttier besonders anfällig für die Krankheit, da sich zu diesem Zeitpunkt die Körperhaut verhornt und sich der Pilz über den ganzen Körper ausbreiten kann. Nur diese Metamorphlinge sterben an der Infektionskrankheit, die Alttiere überleben (Schmidt & Tobler 2013). Weil eine adulte Geburtshelferkröte 5–10 Jahre alt werden kann (Mermod & Zumbach 2010), würde ein negativer Effekt des Chytridpilzes auf die Populationsgrösse möglicherweise erst mit einigen Jahren Verzögerung auffallen.

(3) Gibt es an Standorten, an denen Wasserfrösche *Pelophylax* sp. vorkommen, einen Trend zu kleineren Populationen? Im Kanton Aargau waren Populationen der Geburtshelferkröte kleiner, wenn am selben Weiher auch Wasserfrösche vorkamen (Roth et al. 2016).

(4) Gibt es an Standorten unter 600 m ü.M. einen Trend zu kleineren Populationen? In den Kantonen Luzern, Nid- und Obwalden wurde ein solcher Zusammenhang gefunden (Borgula & Zumbach 2003).



Abb. 1. Geburtshelferkröte *Alytes obstetricans* mit den typischen senkrechten Pupillen. Aufnahme 22. Juni 2010, U. Tobler. – Common Midwife Toad with the typical vertical pupils.

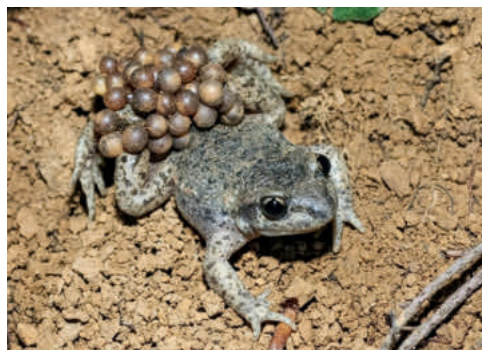


Abb. 2. Ein ♂ der Geburtshelferkröte trägt Eischnüre über den Fersengelenken. Aufnahme 3. Juni 2008, U. Tobler. – A male Common Midwife Toad carrying strings of fertilised eggs.

(5) Zeigen lokale Populationen, deren Rufer auf einen einzigen Standort konzentriert sind, einen Trend zu kleineren Populationen? Wenn es in einer lokalen Population nur an einem einzelnen Weiher Geburtshelferkröten gibt, ist die Population vermutlich verletzlich, weil die Zerstörung dieses einen Lebensraums das lokale Verschwinden der Art bedeutet.

1. Allgemeine Informationen

1.1. Lebenszyklus

Die Geburtshelferkröte (Abb. 1) verbringt die meiste Zeit ihres Lebens an Land, sogar Paarung und Eiablage finden an Land statt. Die Anwesenheit der Art lässt sich am einfachsten anhand der Paarungsrufe feststellen. Die Tiere können sich bis zu viermal pro Jahr paaren, und sowohl ♀ als auch ♂ rufen. Die Rufaktivität ist abhängig von den Wetterverhältnissen und vom Anteil bereits verpaarter ♂. Bei der Paarung entlässt das ♀ bis zu 50 Eier, die entlang von zwei parallelen Laichschnüren aufgereiht sind. Das ♂ besamt die Eier, greift mit den Hinterbeinen in die Eischnüre und streift sie sich über die Fersengelenke (Abb. 2). Dieser Vorgang wurde früher als Herausziehen der Eier aus der Kloake des ♀ interpretiert, was zum Namen Geburtshelferkröte geführt hat (Uthleb 2012).

Das ♂ kann sich mit bis zu zwei weiteren ♀ paaren, dann stellt es die Rufaktivität ein. Das Gewicht der Eier, die das ♂ fortan mit sich trägt, macht eine zusätzliche Bürde von der Hälfte seines eigenen Körpergewichts aus. Bevorzugte Verstecke sind Stein- und Asthaufen, Trockenmauern oder Gänge von Nagetierhöhlen. An steilen Böschungen mit offenem Boden graben sich die Tiere ihre Höhlen auch selber (Abb. 3, 4). Erst wenn die Larven schlupfbereit sind, geht das ♂ ins Wasser eines Weihers, und innerhalb von höchstens einer Stunde schlüpfen die Kaulquappen. Passiert das erst spät im Jahr, können die Kaulquappen im Weiher überwintern und eine Länge von bis zu neun Zentimetern erreichen (Mermod & Zumbach 2010).

Die Entwicklungsdauer der Kaulquappen zu Metamorphlingen beträgt je nach Jahreszeit zwischen 60 Tagen und, bei schlechten Bedin-

gungen, zwei Jahren. Metamorphlinge entstehen den Gewässern zwischen Mai und September. Die Kaulquappen der Geburtshelferkröte können zu jeder Tageszeit während des ganzen Jahres im Gewässer nachgewiesen werden (Uthleb 2012).

1.2. Jahresaktivität

In der Schweiz sind die Paarungsrufe der Geburtshelferkröten zwischen März und August zu hören (Mermod & Zumbach 2010). Der Ruf erinnert an fernes Glockengeläut, weshalb die Geburtshelferkröte in der Schweiz auch «Glögglifrosch» genannt wird. Einzelne Rufer werden sogar im Februar und bis in den November gehört, wobei es sich dann wahrscheinlich nicht um Paarungsrufe handelt. Die meisten Rufer werden zwischen April und Mitte Juli gezählt, und Kartierungen sollten möglichst in diesem Zeitraum stattfinden (Uthleb 2012).

In der Literatur findet man vereinzelt Aussagen über drei bis vier deutlich abgrenzbare Perioden mit erhöhter Rufaktivität (Heinzmann 1970). Diese gelegentlich beobachtete Periodizität könnte eine Folge des synchronisierten Beginns der Fortpflanzungssaison sein; die Rufperioden verschwimmen dann zunehmend im Jahresverlauf (Uthleb 2012). In anderen Studien konnten hingegen keine abgrenzbaren Rufperioden beobachtet werden (Fritz 2003).

1.3. Tagesaktivität

Die meisten Rufer werden ab Sonnenuntergang im ersten Teil der Nacht gezählt (Schneider 2005). Grundsätzlich ist die Rufaktivität vor Mitternacht stärker als in den frühen Morgenstunden (Graf 1991).

Es gibt einen positiven Zusammenhang zwischen der maximalen Tagestemperatur und der abendlichen Rufaktivität (Böhl 2003). Liegen die Temperaturen am Tag unterhalb einer bestimmten Schwelle, stellen die Geburtshelferkröten ihre Rufaktivität ein. Die Angaben über diese Temperaturschwelle schwanken zwischen 4 (Graf 1991) und 7 °C (Heinzmann 1970). Wenn es am Nachmittag hingegen warm ist, können die nächtlichen Rufe auch



Abb. 3. Auenlandschaften mit erodierenden Flussufern und Auentümpeln sind selten gewordene Primärlbensräume für Geburtshelferkröten. Aufnahme am Fluss Fontanne bei Burgmatt, 17. Juli 2007, U. Tobler. – *Floodplains with eroding river banks have become rare primary habitats of Common Midwife Toads.*

bei stark sinkenden Temperaturen und teilweise sogar noch bei Nachtfrost vernommen werden (Fritz 2003). Bei warmem nächtlichem Nieselregen sind die Rufe der Geburtshelferkröte ebenfalls zu vernehmen; bei Starkregen geht die Anzahl Rufer jedoch zurück. Ideale Bedingungen herrschen vor, wenn es tagsüber regnet, die Oberfläche abends schon fast wieder trocken ist und eine hohe Luftfeuchtigkeit herrscht. Längere Trockenheit und Kälteeinbrüche können zu einer Unterbrechung der Rufaktivität führen (Fritz 2003).

1.4. Antreffwahrscheinlichkeit

Bei der Kartierung, die 2007–2008 im Kanton Basel-Landschaft durchgeführt wurde, lag die Wahrscheinlichkeit, eine Population bei einem Besuch zu übersehen, bei lediglich 5,9 % (Schmidt et al. 2010). Thomas Schwarze konnte im Jahr 1991 92,6 % der lokalen Populationen im Kanton Basel-Landschaft schon beim ersten Feldbesuch nachweisen (Schwarze

1993). Aufgrund der sehr hohen Nachweisquote beim ersten Besuch ist die Wahrscheinlichkeit gering, eine Population bei optimalen Bedingungen zu übersehen. Allerdings können innerhalb einer Saison die Ruferzahlen stark schwanken (Schmidt et al. 2010).

1.5. Populationsstruktur und Wanderdistanz

In der vorliegenden Arbeit wird, wie auch schon bei Schwarze (1993), mit dem Modell der lokalen Populationen gearbeitet (s. Kap. 2.1.). Lokale Populationen werden oft zu Metapopulationen zusammengefasst, in der einzelne Populationen nur gelegentlich Genaustausch haben, da die Wanderdistanzen zu gross sind.

Literaturangaben über maximale Wanderdistanzen liegen zwischen 0,5 und 2 km. Neubesiedlungen finden häufig im Umkreis von bis zu einigen hundert Metern statt (Uthleb 2012). Ryser et al. (2003) beobachteten, dass neue Habitate im Umkreis von 1–1,5 km innerhalb einiger Jahre besiedelbar sind, falls



Abb. 4. In Steinbrüchen mit Weihern und südexponierten, offenen Böschungen finden Geburtshelferkröten geeignete Sekundärlebensräume. Aufnahme bei der Ziegelei Allschwil, 7. Mai 2018, F. Studer. – *Common Midwife Toads find suitable secondary habitats in stone pits with ponds and south-facing open slopes.*

genügend Abwanderer und keine Wanderhindernisse vorhanden sind. Bei Vernetzungsmassnahmen für die Geburtshelferkröte an 11 Standorten im Emmental (Kanton Bern) sind die Tiere bei einer Distanz von zum Teil über 1,5 km von selbst zugewandert (Mermod & Zumbach 2010). Kröpfl (2011) berichtet von einem Einzelfall, in dem 2388 m durchwandert wurden.

Generell dürften die Wanderdistanzen aber eher unter 1 km liegen. Grössere Wanderdistanzen sind wohl nur im Umkreis einer starken Quellpopulation möglich, die eine grosse Zahl von Nachwuchs und damit viele Abwanderer produziert (U. Tobler briefl.).

2. Material und Methoden

2.1. Definitionen von Fachbegriffen

Beobachtungspunkt, Biotop, Standort, Vorkommen: ein Punkt (X/Y Koordinate), der von einem Beobachter an eine Datenbank weiterge-

geben wurde. Der Punkt betrifft entweder die Koordinate des Tierfunds (akustisch oder visuell) oder die Koordinate des nächst gelegenen Weihers.

Lokale Population: Einzelne Beobachtungspunkte werden zu einer lokalen Population zusammengefasst, wenn sie weniger als 500 m voneinander entfernt liegen und das Terrain für Geburtshelferkröten durchwanderbar ist. Es kann davon ausgegangen werden, dass in einer solchen lokalen Population Genaustausch zwischen den einzelnen Vorkommen stattfindet (Schwarze 1993). Das Wort «Population» wird in dieser Studie immer im Sinne einer solchen lokalen Population verwendet.

Populationsgrösse: Die Grösse der Vorkommen an den Beobachtungspunkten wird mittels Zählung der rufenden adulten Individuen in fünf Grössenklassen unterteilt (Tab. 1; Grossenbacher 1988). Die Grösse einer lokalen Population besteht aus der Summe der Anzahl Adulttiere, die am selben Tag an den einzelnen Beobachtungspunkten verzeichnet wurden.

Tab. 1. Grössenklassen von Populationen der Geburtshelferkröte nach Grossenbacher (1988, leicht verändert). – *Classes of population sizes of Common Midwife Toads after Grossenbacher (1988).*

Grössenklasse	Beschreibung	Anzahl Adulte
0	Vorkommen nicht bestätigt	0
1	klein	1–5
2	mittel	6–20
3	gross	21–60
4	sehr gross	>60

Populationstrend: die Veränderung der Populationsgrösse über mehrere Jahre.

2.2. Datensätze

Die für die vorliegende Studie benutzten Daten zur Verbreitung der Geburtshelferkröte im Kanton Basel-Landschaft wurden in fünf Kartierungen seit 1978 und in zwei weiteren Datenbanken gesammelt. Da die Daten aus unterschiedlichen Zeiten stammen und zum Teil mit unterschiedlichen Methoden aufgenommen wurden, mussten sie vor der Nutzung vereinheitlicht werden. In den folgenden Kapiteln werden die Datensätze und die Methoden zur Vereinheitlichung beschrieben.

2.2.1. Labhardt & Schneider (1981)

Die Bestandsaufnahme wurde 1978–1979 durch Felix Labhardt, Christoph Schneider und

neun weitere Mitarbeiter durchgeführt. Jedes Biotop wurde im Durchschnitt dreimal pro Jahr nach Amphibien abgesucht. Die Bestände der Geburtshelferkröte wurden bereits im Feld in drei Klassen von Populationsgrössen eingeteilt (klein: 1–5, mittel: 6–20, gross: >20). Da von den drei Besuchen zwei tagsüber und nur einer am Abend stattfand, stellen die Populationsgrössen eine Minimalangabe dar.

2.2.2. Hintermann (1986)

Für diese Bestandsaufnahme wurden die Daten von Labhardt & Schneider (1981) digitalisiert, alle Biotope 1984 erneut besucht und der Datensatz durch weitere Standorte ergänzt. Wenn ein Biotop nicht mehr existierte, wurde es im Inventar nicht mehr aufgeführt.

Da die Daten pro Weiher und nicht pro lokale Population erhoben wurden, mussten sie für die vorliegende Studie in lokale Populationen zusammengefasst werden. Beispielsweise gab es in Anwil für vier direkt beieinanderliegende Weiher jeweils eine Fundmeldung in der Grössenklasse 2. Diese vier Vorkommen wurden hier zu einer einzigen Fundmeldung in der Grössenklasse 4 zusammengefasst. Insgesamt gab es acht Fälle, in denen eine solche Zusammenfassung notwendig war (Tab. 2).

2.2.3. Schwarze (1993)

Zwischen 28. März und 22. August 1991 besuchte Thomas Schwarze im Rahmen seiner

Tab. 2. Zusammenfassung von Geburtshelferkröten-Vorkommen aus dem Amphibieninventar Baselland (Hintermann 1986). Grössenklassen der rufenden adulten Tiere nach Grossenbacher (1988; s. Tab. 1). – *Summary of populations of Common Midwife Toads based on the findings of Hintermann (1986). Classes of population sizes of calling adults after Grossenbacher (1988; see Table 1).*

Gemeinde: Weiher	Standort 1	Standort 2	Standort 3	Standort 4	lokale Population
Therwil: Buchloch	1	1			2
Therwil: Mooswasen	1	1			2
Oltingen: Wassermatten, Romatten	1	1			2
Maisprach: Sonnenberg, Grube Ebeni	1	1			2
Oberwil: Ziegelei	2	1			2
Allschwil: Ziegelei	1	1	1		2
Zunzgen: Heftelen	1	1	2		3
Anwil: Talweiher	2	2	2	2	4

Diplomarbeit 125 Standorte im Kanton Basel-Landschaft. Die Biotope wurden nach folgenden Kriterien ausgewählt:

- (1) Biotope, die Labhardt & Schneider (1981) als Vorkommen angegeben hatten;
- (2) Biotope, die Hintermann (1986) als Vorkommen angegeben hatte;
- (3) Potenzielle Lebensräume, die in der Nähe von bekannten Standorten lagen und die für die Geburtshelferkröte geeignet waren;
- (4) Vorkommen, die sich aus Befragungen von Vogel- und Naturschutzgruppen sowie von weiteren Personen ermitteln liessen.

Die Aufnahme der Populationsgrössen erfolgte an den meisten Standorten (92,6 %) ein einziges Mal und stellt deshalb wie schon bei Labhardt & Schneider (1981) eine Minimalangabe dar. Schwarze arbeitete mit der Definition der Populationsgrössen nach Grossenbacher (1988; Tab. 1); seine Definitionen wurden für die vorliegende Studie übernommen.

Die Daten konnten fast unverändert in die Analyse einbezogen werden, mit den folgenden Ausnahmen: Die Population in der Gipsgrube von Zeglingen hat sich seit 1991 gut entwickelt, und es sind viele neue Beobachtungspunkte bekannt geworden. Im Rahmen dieser Studie wird sie nicht mehr als zwei, sondern als eine lokale Population angesehen. In Titterten sind inzwischen weitere Fundorte bekannt geworden, so dass sich die beiden Biotope «Klärweiher» und «Hauptstrasse» einer einzigen lokalen Population zuordnen lassen. Auch die Vorkommen «Wassermatten» und «Romatten» in Oltingen wurden als eine lokale Population zusammengefasst. Somit werden aus den 51 lokalen Populationen, die Schwarze (1993) beschrieben hat, 48 lokale Populationen.

2.2.4. Schmidt et al. (2010)

Nach der Bestandsaufnahme 2007–2008 waren im Kanton Baselland 81 Standorte mit Geburtshelferkröten bekannt. Mit Hilfe der Naturforschenden Gesellschaft und zahlreichen Freiwilligen wurden 51 Standorte 1–3 Mal nachts besucht. Die Grösse der Bestände wurden je nach Beobachter mit Worten umschrieben oder als Anzahl Rufer angegeben. Für die vorliegende Studie wurden die Fundmel-

dungen in die Datenbank der Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz (karch) eingegeben und die in Worten beschriebenen Bestandsgrössen in die Klassen nach Grossenbacher (1988) eingeteilt (Tab. 1).

2.2.5. Studer et al. (2018)

Die neuen Kartierungen 2016–2017 für diese Studie wurden von Franziska Studer durchgeführt und fanden zwischen April und Mitte Juli an warmen Abenden zwischen Sonnenuntergang und 2 h morgens statt. Pro Standort wurde während 20 min die Anzahl rufender (adulter) Geburtshelferkröten gezählt.

Da in früheren Kartierungen die lokalen Populationen teilweise nachts nur einmal besucht wurden, machte es wenig Sinn, für die vorliegende Studie einzelne Populationen mehrmals zu besuchen. Stattdessen wurde der Fokus darauf gelegt, möglichst viele Populationen im Kanton Basel-Landschaft (Abb. 5) zu erfassen und eine aktualisierte Verbreitungskarte zu erstellen. Von den bereits aus früheren Kartierungen bekannten 114 lokalen Populationen wurden 99 besucht; 12 Populationen konnten wegen unüberwindbaren Absperrungen oder freilaufenden Wachhunden nicht besucht werden, und drei weitere Populationen galten laut Schmidt et al. (2010) bereits als erloschen und wurden nicht besucht.

2.2.6. Inventar info fauna–karch (1996–2016)

Die Anzahl beobachteter Tiere ist in dieser Datenbank in zehn unterschiedliche Kategorien eingeteilt (Adulte, ♂, ♀, Subadulte, Juvenile, Kaulquappen, Laichschnüre, Paare, Rufer, Anzahl ohne Spezifikation). Die Beobachter gingen bei den Meldungen teilweise verschieden vor und haben beispielsweise manchmal sämtliche Rufer den ♂ zugeordnet, während andere versuchten, ♂ und ♀ aufgrund der Rufe zu unterscheiden.

Für die vorliegende Studie wurden sämtliche Beobachtungen von Adulten addiert und in eine neue Kategorie «Summe Adulte» eingeordnet (s. Kap. 2.3.). Die karch teilt die Beobachtungspunkte in sechs geographische Ge-

2.3.2. Vereinheitlichung der Anzahl Tiere

Um die Daten von 1978–2017 miteinander vergleichen zu können, wurde folgendes Verfahren angewendet:

- Lagen in einer lokalen Population unterschiedliche Beobachtungspunkte vor, die am selben Tag aufgenommen wurden, wurden sie addiert und die neue Zahl als «Summe Adulte» eingefügt.
- Wie bei Schmidt et al. (2010) wurde für jede lokale Population pro Jahr jeweils diejenige Fundmeldung mit der höchsten Anzahl «Summe Adulte» ausgewählt.
- Die Werte der Kategorie «Summe Adulte» wurden in die Grössenklassen nach Grossenbacher (1988) eingeteilt.

2.4. Verbreitung des Chytridpilzes

In den Jahren 2007–2010 erforschte Ursina Tobler im Rahmen ihrer Dissertation die Verbreitung des Chytridpilzes *Batrachochytrium dendrobatidis* unter anderem im Kanton Basel-Landschaft; weitere Daten stammen aus einer Verbreitungskarte des Chytridpilzes aus Schmidt et al. (2010). Von insgesamt 15 Standorten mit Geburtshelferkröten, die 2007–2010 auf den Chytridpilz getestet wurden, konnte der Pilz an acht Standorten nachgewiesen und an sieben Standorten nicht nachgewiesen werden. In der vorliegenden Studie wird untersucht, wie sich die Populationen mit und ohne Chytridpilz entwickelt haben (unter der Annahme, dass sich das Vorkommen des Pilzes an den Standorten nicht geändert hat).

2.5. Verbreitung von Wasserfröschen

Die Fundmeldungen von Wasserfröschen wurden von der info fauna-karch zur Verfügung gestellt.

2.6. Höhenlage der lokalen Populationen

Die Höhenlage der Weiher wurde für die vorliegende Studie mit Hilfe des GIS-Servers des Kantons Basel-Landschaft (<http://geoview.bl.ch>) auf den Meter genau ermittelt.

2.7. Ausdehnung einer lokalen Population

Alle Daten, die unter Kap. 2.2. beschrieben sind, wurden für diese Studie in einer Datenbank zusammengefasst. Mit Hilfe von Q-GIS wurde um jeden Beobachtungspunkt (Standort) ein Kreis mit 250 m Radius gezogen (Abb. 6). Wenn sich zwei oder mehrere Kreise überlappten, die Standorte also weniger als 500 m voneinander entfernt lagen, wurden sie entsprechend der Definition einer lokalen Population (s. Kap. 2.1.) zusammengelegt. Wenn zwei isoliert liegende Beobachtungspunkte weniger als 100 m voneinander entfernt waren, betrachteten wir sie als lokale Population von Geburtshelferkröten, die auf einen Standort beschränkt sind (die Gesamtfläche der zwei in Q-GIS gezogenen Kreise betrug dann <245 000 m²; s. Kap. 3.6.).

2.8. Statistische Auswertung

Die zeitliche Entwicklung der Populationen über die Jahre wurde mit dem Statistikprogramm R (Version 3.4.2) untersucht. Für jede Population berechneten wir die Änderung in der Anzahl der Grössenklassen pro 10 Jahre. Bei der Kartierung 2016 wurden drei lokale Populationen mit einer Grössenklasse von 1 neu entdeckt, die 2017 nicht bestätigt werden konnten. Der Populationstrend beträgt bei die-



Abb. 6. Beobachtungspunkte (rot) und lokale Populationen (braun). Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (BA180234). Daten von info fauna – CSCF & karch. – Individual observations (= «locations», red) and populations (brown). Locations that were < 500 m apart were defined as being part of the same population.

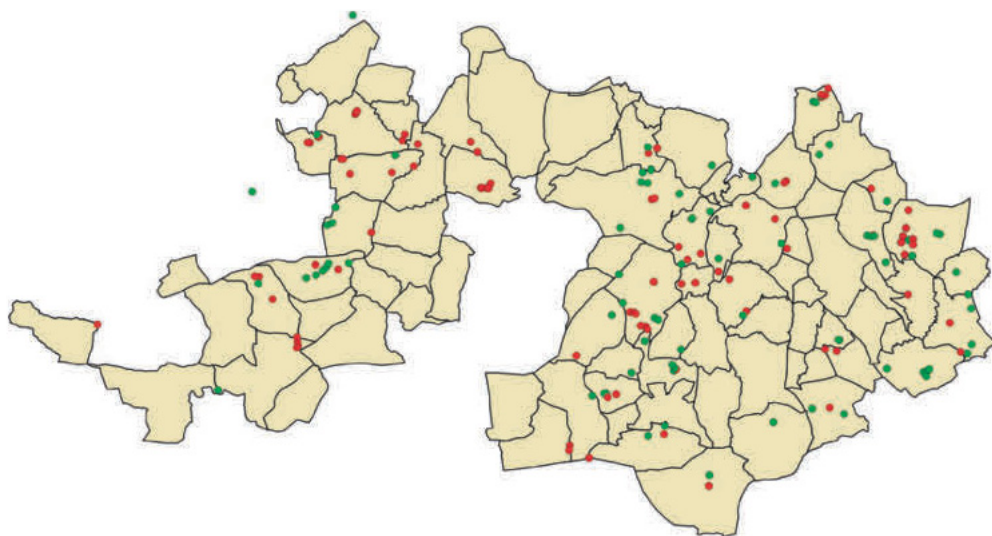


Abb. 7. 186 Standorte, die 2016–2017 besucht wurden. Grün = Nachweis von Geburtshelferkröten (85 Standorte), rot = kein Nachweis (101 Standorte). – *Locations that were surveyed in 2016–2017. Green = Common Midwife Toads observed, red = not observed.*

sen Populationen –10, da sie in einem Jahr um eine Grössenklasse, und damit hochgerechnet auf 10 Jahre um 10 Grössenklassen abgenommen haben. Da es aber nur fünf Grössenklassen (und nicht 10) gibt, haben wir diese drei Populationen in der Auswertung nicht berücksichtigt (was die Hauptaussagen der Studie nicht änderte, nur die p-Werte veränderten sich minimal).

Die Unterschiede in der zeitlichen Veränderung zwischen jeweils zwei Gruppen wurden mit Welch t-Tests getestet.

3. Resultate und Diskussion

Während der Feldarbeit 2016–2017 wurden 186 Standorte besucht, an denen in den früheren Kartierungen seit 1978 Geburtshelferkröten nachgewiesen wurden. An 85 Standorten wurden Geburtshelferkröten gefunden (Abb. 7).

3.1. Entwicklung der Anzahl lokaler Populationen

Die seit 1978 gemeldeten Standorte lassen sich zu 114 lokalen Populationen zusammenfassen (Abb. 8). Davon sind drei Populationen wahrscheinlich erloschen, da sie das letzte Mal vor 1990 beobachtet wurden. Seit 2011 wurden 85 Populationen bestätigt, und für 24 Populationen sind nur Negativnachweise bekannt (5 von 114 Populationen wurden seit 2011 nicht besucht).

Die in der Kartierung 2016–2017 besuchten 186 Standorte wurden zu 99 lokalen Populationen zusammengefasst, von denen 69 Populationen bestätigt wurden; in 30 bereits vor 2011 beobachteten Populationen wurden also keine Geburtshelferkröten gefunden (15 weitere Populationen wurden 2016–2017 nicht besucht; s. Kap. 2.2.5.).

Die Anzahl der bekannten lokalen Populationen nahm mit jeder Bestandserfassung zu (Tab. 3). Entweder gab es diese Populationen schon früher und sie wurden nicht gefunden oder gemeldet, oder es handelt sich um neu

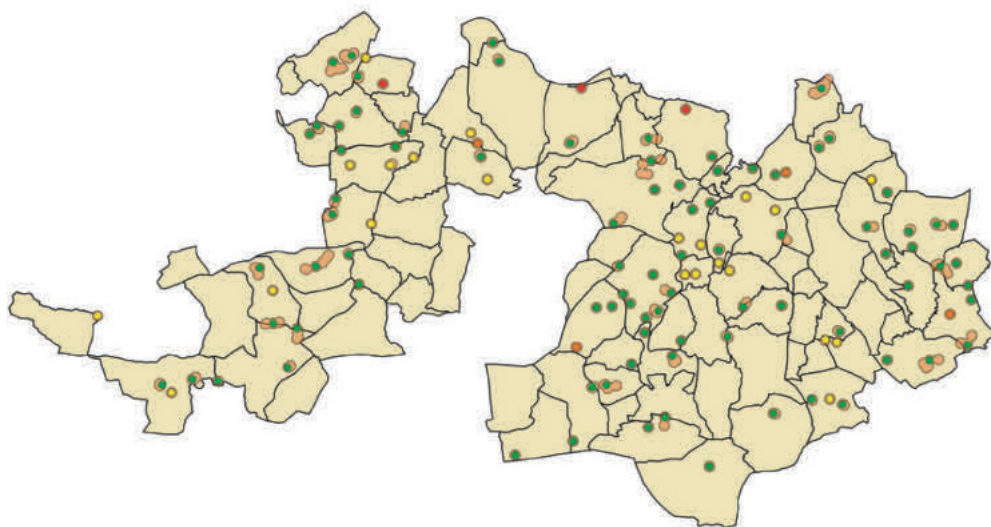


Abb. 8. Letzte Fundmeldungen von insgesamt 114 lokalen Geburtshelferkröten-Populationen (braune Flächen). Grün = 2011–2017 (85 Populationen), gelb = 2001–2010 (22 Populationen), orange = 1991–2000 (4 Populationen), rot = vor 1990 (3 Populationen). Daten von F. Studer und info fauna – CSCF & karch. – *Last sightings of Common Midwife Toads in 114 local populations (brown areas). Green = 2011–2017 (85 populations), yellow = 2001–2010 (22 populations), orange = 1991–2000 (4 populations), red = before 1990 (3 populations).*

entstandene Populationen (z.B. durch erfolgreiche Besiedlung nach der Neuanlage eines Weihers). Beide Fälle kommen im Kanton Basel-Landschaft vor, aber eine genaue Aufteilung aller Populationen in «neu» und «früher übersehen» ist kaum möglich (Schmidt et al. 2010).

3.2. Gibt es einen generellen Trend zu kleineren Populationen?

Die Anzahl Rufer innerhalb der lokalen Populationen haben seit 1978 abgenommen (Tab. 3). Betrachtet man alle 111 lokalen Populationen, die seit 1978 bekannt sind (Abb. 9; drei der 114 Populationen wurden erst 2016

Tab. 3. Anzahlen entdeckter und untersuchter Populationen der Geburtshelferkröte in den fünf kantonsweiten Kartierungen. – *Numbers of populations of Common Midwife Toads found in the five canton-wide surveys.*

Autor	Zeitraum	Bisher untersuchte lokale Populationen	Bestätigt seit 2011	Durchschnittliche Änderung Grössenklassen/10 Jahre seit Entdeckung einer Population
Labhardt & Schneider (1981), Hintermann (1986)	1978–1979 1984	25	20	–0,06
Schwarze (1993)	1991	48	40	–0,14
Schmidt et al. (2010)	2007–2008	94	69	–0,28
Studer et al. (2018)	2016–2017	114*	85	–0,26

* Gesamtzahl aller seit 1978 gefundenen Populationen

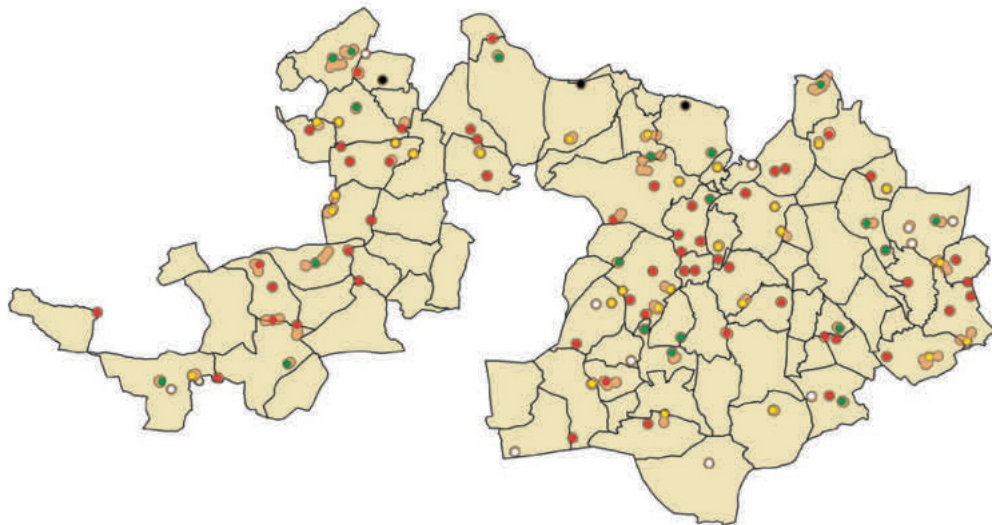


Abb. 9. Populationstrend der lokalen Populationen (braune Flächen) 1978–2017. Schwarz = wahrscheinlich verschwunden (3 Populationen), rot = schrumpfend (52 Populationen; Änderung kleiner als $-0,2$ Grössenklassen/10 Jahre), gelb = stabil (31 Populationen; zwischen $-0,2$ und $0,2$ Grössenklassen/10 Jahre), grün = wachsend (20 Populationen; $>0,2$ Grössenklassen/10 Jahre), weiss = zu wenig Daten für Berechnung eines Trends (11 Populationen). Daten von F. Studer und info fauna – CSCF & karch. – *Population trends of the local populations (brown areas) 1978–2017. Black = probably disappeared (3 populations), red = shrinking (52 populations; change less than $-0,2$ size classes/10 years), yellow = stable (31 populations; between $-0,2$ and $0,2$ size classes/10 years), green = growing (20 populations; $>0,2$ size classes/10 years), white = too little data to calculate a trend (11 populations).*

entdeckt und für diese Auswertung nicht berücksichtigt, s. Kap. 2.8.), beträgt der durchschnittliche Trend $-0,26$, was bedeutet, dass die Populationen im Durchschnitt um $0,26$ Grössenklassen pro 10 Jahre geschrumpft sind (95%-Vertrauensintervall: $-0,43$ bis $-0,09$, $p = 0,003$). Die Populationen Bärenfels in Arisdorf, der Zurlindengrube in Pratteln und des Spiegelfeld-Schulhauses in Binningen sind aller Wahrscheinlichkeit nach erloschen (Abb. 9), denn sie wurden vor 1990 das letzte Mal beobachtet und waren seitdem nicht mehr auffindbar.

Da nicht für alle 114 lokalen Populationen für jedes Jahr Daten verfügbar sind, konnten nicht alle Trends gleich exakt berechnet werden. Wenn zu einer Population schon seit mehreren Jahrzehnten Daten gesammelt werden, fallen Schwankungen statistisch nicht mehr so stark ins Gewicht wie bei neu entdeckten Populationen (Meyer et al. 1998). In der Tongru-

be Andil wurde beispielsweise zwischen 2004 und 2010 fünfmal eine Grössenklasse von 4 beobachtet. Seit 2011 gab es einen Rückgang der Population auf die Grössenklasse 2 und im Jahr 2016 sogar auf 1. Aufgrund dieser Daten würde man aktuell einen negativen Populationstrend erwarten. Da die Population aber schon länger beobachtet wird, fliessen auch Daten vor 2004 in die Berechnung des zeitlichen Trends ein, und zwischen 1996 und 2003 ist viermal eine kleine Grössenklasse von 1 gemeldet worden. Deshalb ist der Populationstrend für den gesamten Zeitraum 1996–2017 mit $0,27$ immer noch leicht wachsend, obwohl in den letzten Jahren ein starker Rückgang beobachtet wurde.

Obwohl sich der Populationstrend zuverlässiger berechnen lässt, wenn die Population schon lange bekannt ist, kann es also passieren, dass der langfristige Trend positiv ist, die lokale Population aber aktuell kleiner geworden

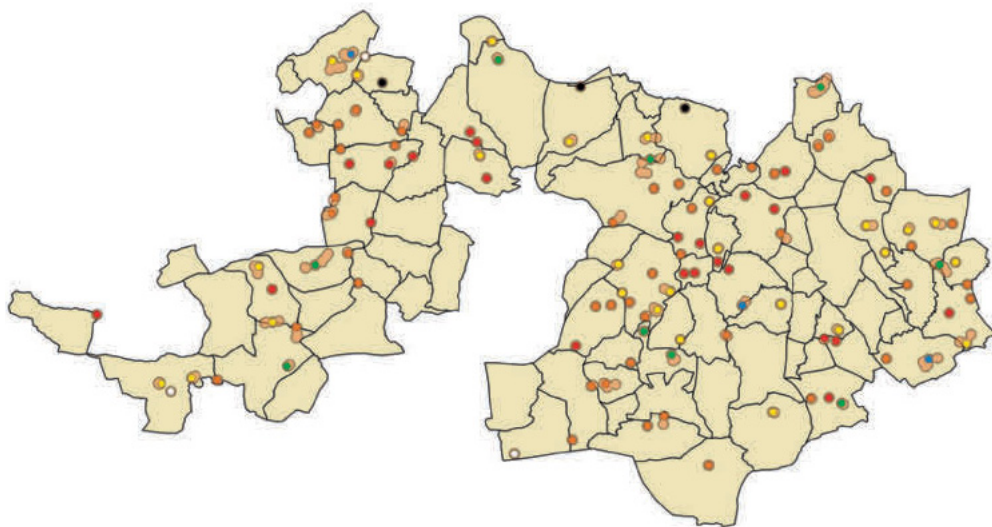


Abb. 10. Anzahl Rufer in den lokalen Populationen (braune Flächen) der Geburtshelferkröte. Dargestellt ist die grösste Fundmeldung zwischen 2011 und 2017. Schwarz = wahrscheinlich verschwunden (3 Populationen), rot = Negativnachweis (24 Populationen), orange = 1–5 Rufer (45 Populationen), gelb = 6–20 Rufer (27 Populationen), grün = 21–60 Rufer (9 Populationen), blau = >60 Rufer (3 Populationen), weiss = keine Daten (3 Populationen). Daten von F. Studer und info fauna – CSCF & karch. – *Numbers of calling Common Midwife Toads in the local populations (brown areas). Shown are the largest reported numbers between 2011 and 2017. Black = probably disappeared (3 populations), red = negative reports (no calls heard; 24 populations), orange = 1–5 individuals (45 populations), yellow = 6–20 individuals (27 populations), green = 21–60 individuals (9 populations), blue = >60 individuals (3 populations), white = no data (3 populations).*

oder sogar verschwunden ist. Bei erst seit kurzem beobachteten Populationen ist die Zeitachse hingegen kürzer und eine Änderung der Populationsgrösse fällt stärker ins Gewicht.

Lange Zeitreihen existieren für die Populationen in Amphibienlaichgebieten von nationaler Bedeutung (IANB). In solchen Gebieten beträgt der durchschnittliche Trend 0,06 Grössenklassen/10 Jahre – die Populationen blieben also durchschnittlich stabil. Die IANB-Gebiete werden wegen ihrer hohen Biodiversität überdurchschnittlich gut gepflegt; sie sind deshalb trotz der guten Datenqualität kein geeigneter Massstab, um auf den Trend der restlichen Populationen zu schliessen.

Für die Populationen, die seit dem Monitoring von 2007–2008 bekannt sind, beträgt der Trend –0,28 Grössenklassen/10 Jahre (Tab. 3). Dieser Wert scheint plausibel, da von den 94 Populationen nur 73 % seit 2011 wieder nachgewiesen werden konnten.

Eine Komponente, die den Populationstrend stark beeinflusst, ist die Anzahl der neu besiedelten Standorte durch illegal in Weiher ausgesetzte Kaulquappen. Solche Populationen können rasch entstehen und auch rasch wieder erlöschen, falls der Lebensraum langfristig nicht geeignet oder kein Austausch mit anderen Populationen möglich ist. Diese Populationen fallen bei kurzen Zeitreihen ins Gewicht, während der Effekt in Langzeitstudien gering ist.

Nur bei 34 % der Populationen wurden 2011–2017 in einer Nacht 6 oder mehr Rufer gezählt (Abb. 10). Im Zeitraum 2011–2017 gab es 24 lokale Populationen, bei denen nur noch Negativnachweise gesammelt worden sind. Dies bedeutet nicht zwingend, dass die Populationen erloschen sind. Erst wenn während 5 Jahren in Folge kein einziger Nachweis mehr erbracht werden kann, gilt eine Population als erloschen (Grossenbacher 1988).

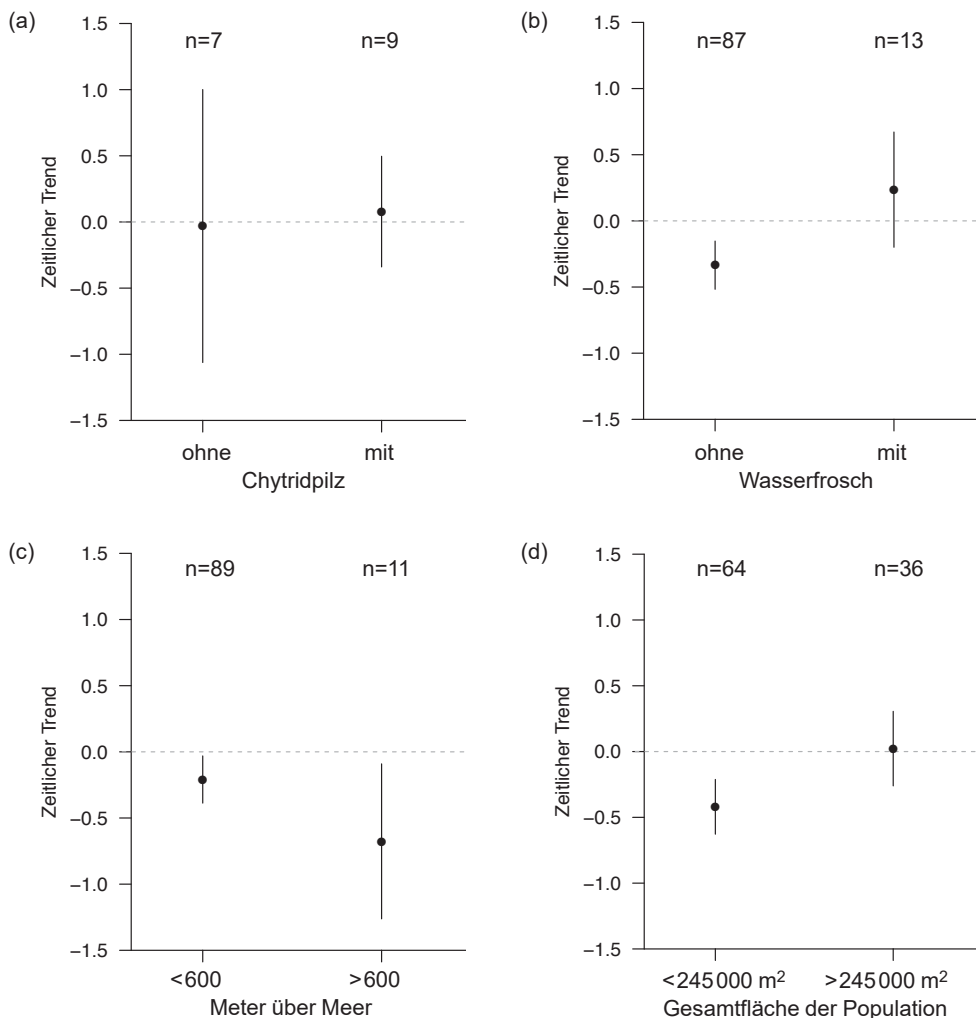


Abb. 11. Zeitliche Trends (und 95%-Vertrauensintervalle) der Populationen von Geburtshelferkröten, dargestellt als Änderungen in Grössenklassen pro 10 Jahre. Die Daten stammen aus den Jahren 1978–2017. (a) Entwicklung der Populationen mit und ohne Chytridpilz *Batrachochytrium dendrobatidis* (Welch t-Tests; $t_{8,2} = 0,24$; $p = 0,82$). (b) Entwicklung der Populationen mit und ohne Nachweis von Wasserfröschen *Pelophylax* sp. ($t_{17,5} = -2,60$; $p = 0,019$). (c) Entwicklung der Populationen in Abhängigkeit von der Höhenlage der Populationen von Common Midwife Toads, presented as changes in size classes per 10 years (see Table 1). Data are from the years 1978–2017. (a) Development of populations with and without chytrid fungi *Batrachochytrium dendrobatidis* (Welch t-tests; $t_{8,2} = 0,24$; $p = 0,82$). (b) Development of populations with and without detection of water frogs *Pelophylax* sp. ($t_{17,5} = -2,60$; $p = 0,019$). (c) Development of populations as a function of elevation ($t_{12,4} = 1,68$; $p = 0,12$). (d) Development of populations whose locations (individual observations of toads) were between 100 and 500 m apart (population area $>245000 \text{ m}^2$, see chapter 2.7.), or which were restricted to one site ($<245000 \text{ m}^2$; $t_{72,3} = -2,54$; $p = 0,013$).

3.3. Gibt es an Standorten mit Chytridpilz einen Trend zu kleineren Populationen?

Von acht Populationen an einem mit dem Chytridpilz *Batrachochytrium dendrobatidis* infizierten Weiher blieben drei stabil, zwei sind gewachsen und drei geschrumpft. Von sieben Populationen an einem Weiher ohne Chytridpilz blieben zwei stabil, drei sind gewachsen und zwei sind geschrumpft, wobei eine Population in einem Weiher vorkam, der heute nicht mehr existiert. Da zu wenig Standorte bekannt sind, für die Informationen über die Anwesenheit des Chytridpilzes vorliegen, sind die Vertrauensintervalle der zeitlichen Trends gross und die Schätzwerte relativ unzuverlässig (Abb. 11a).

Obwohl keine klare Aussage über die Auswirkungen des Chytridpilzes gemacht werden kann, legen die Daten nahe, dass die Anwesenheit des Chytridpilzes nicht zu einem Populationschwund führen muss. Dies wurde auch in anderen Studien mit grösserer Datengrundlage gezeigt (Tobler et al. 2012). Mit Ausnahme des Standorts Strickrain konnten an allen Standorten mit Chytridpilz auch 2017 wieder Geburtshelferkröten gefunden werden.

3.4. Gibt es an Standorten, an denen Wasserfrösche vorkommen, einen Trend zu kleineren Populationen?

Von den 13 lokalen Populationen von Geburtshelferkröten, an denen auch Wasserfrösche vorkamen, blieben sieben stabil, vier sind gewachsen und zwei sind geschrumpft. An den restlichen 101 Standorten sind keine Wasserfroschnachweise bekannt; dort blieben 24 stabil, 16 sind gewachsen, 47 sind geschrumpft, und bei 14 lässt sich aufgrund der ungenügenden Datengrundlage keine Aussage machen.

Erstaunlicherweise entwickelten sich die Populationen mit Wasserfroschnachweisen offenbar besser als die Populationen ohne Nachweise (Abb. 11b). Allerdings gilt dieser Zusammenhang nur, wenn die Annahme zutrifft, dass überall dort, wo keine Fundmeldungen vorliegen, tatsächlich auch keine Wasserfrösche vorkamen. Da wir den Daten der info fauna–karch

keine Negativnachweise entnehmen konnten, ist diese Annahme und damit der gefundene Zusammenhang sehr unsicher. Eine Studie mit guter Datengrundlage im Kanton Aargau hat hingegen gezeigt, dass Populationsgrössen der Geburtshelferkröte kleiner sind, wenn im selben Laichgebiet auch Wasserfrösche vorkommen (Roth et al. 2016). Möglicherweise haben die Wasserfroschbestände im Kanton Basel-Landschaft noch nicht so starke Auswirkungen auf andere Amphibienarten wie im Kanton Aargau.

3.5. Gibt es an Standorten unter 600 m ü.M. einen Trend zu kleineren Populationen?

In den Kantonen Luzern, Nid- und Obwalden betrug der Rückgang der Populationen auf 415–590 m 79 %, auf 600–790 m 28 % und auf über 800 m nur 11 % (Borgula & Zumbach 2003). Auch im Kanton Aargau nahmen die Populationsgrössen der Geburtshelferkröte mit steigender Höhenlage zu (Roth et al. 2016).

Im Kanton Basel-Landschaft blieben von den 100 Populationen unter 600 m 29 stabil, 19 sind gewachsen, 41 geschrumpft, und bei 11 Populationen lässt sich aufgrund der ungenügenden Datengrundlage kein Trend berechnen. Von den 14 Populationen über 600 m blieben zwei stabil, eine ist gewachsen, acht sind geschrumpft, und bei dreien lässt sich keine Aussage machen. Populationen über 600 m zeigten also anders als in den beiden oben genannten Studien einen deutlicheren negativen Trend (Abb. 11c), aber das Vertrauensintervall ist aufgrund der kleinen Stichprobe gross und der Trend daher unsicher.

3.6. Zeigen lokale Populationen, deren Rufer auf einen einzigen Standort konzentriert sind, einen Trend zu kleineren Populationen?

Populationen, deren Fundmeldungen weniger als 100 m voneinander entfernt lagen (Fläche der Population $<245\,000\text{ m}^2$; s. Kap. 2.7.) und die also nach unserer Definition auf einen Standort beschränkt sind, zeigten einen Trend zu kleiner werdenden Populationen. Dagegen blieben die flächenmässig grösseren Populationen recht stabil (Abb. 11d).

Von den 77 Populationen mit einem einzigen Standort blieben 16 stabil, 9 sind gewachsen, 39 geschrumpft, und zu 13 Populationen lässt sich mangels Daten keine Aussage machen. Bei 37 flächenmässig grösseren Populationen blieben 15 stabil, 11 sind gewachsen, 10 geschrumpft, und bei einer Population lässt sich aufgrund der ungenügenden Datengrundlage keine Aussage zum Trend machen.

Werden in einem Gebiet neue Standorte von Geburtshelferkröten entdeckt, die einer bestehenden lokalen Population angerechnet werden, würde damit automatisch die Anzahl beobachteter Tiere und somit die Grössenklasse der Population grösser. Nun kann es entweder sein, dass das Vorkommen bereits vorhanden war, aber nie gemeldet wurde, oder dass tatsächlich ein neuer Standort besiedelt worden ist. Im ersteren Fall würde das Wachstum der Grössenklassen (bei grösser gewordener Fläche) nur durch den methodisch bedingten Fehler entstehen, indem eben in früheren Kartierungen bereits besiedelte Standorte übersehen wurden. Der Fall einer grösser gewordenen Fläche ist bei der Kartierung 2016–2017 aber nur in einer einzigen lokalen Population in der Gemeinde Blauen eingetreten. Die restlichen 113 Populationen blieben flächenmässig stabil.

Bei lokalen Populationen, die auf einen einzigen Standort beschränkt sind, bedeutet die Zerstörung dieses einen Lebensraums das Verschwinden der Population. Verteilt sich die Population hingegen auf mehrere Weiher, Steinhäufen oder Böschungen, können die Tiere auf andere Standorte ausweichen. Tatsächlich waren von den 24 Populationen, die seit 2011 nicht mehr bestätigt werden konnten, 23 auf einen einzigen Standort beschränkt. Die Population im IANB-Gebiet Mooswasen in Therwil ist hingegen die einzige, die trotz einer Verteilung auf mehrere Standorte seit 2011 nicht mehr bestätigt werden konnte.

4. Zusammenfassung und Schlussfolgerung

In der Schweiz sind in den letzten 25 Jahren etwa 50 % der Populationen von Geburtshelferkröten erloschen. Eine derartige Abnahme kann im Kanton Basel-Landschaft noch nicht

beobachtet werden, da seit der Kartierung 1978 laufend neue Populationen entdeckt werden. Für die vorliegende Studie wurden die vergangenen vier kantonsweiten Kartierungen zusammengefasst und die meisten bekannten Populationen erneut besucht. Seit 2011 konnten von insgesamt 114 bekannten Populationen 85 Populationen bestätigt werden; für 24 Populationen sind nur Negativnachweise bekannt. Über den Zeitraum 1978–2017 gab es einen Trend zu kleiner werdenden Populationen. Untersucht wurde auch, ob die Entwicklung der Populationen zusammenhängt mit dem Vorkommen von Chytridpilz oder von Wasserfröschen sowie mit der Höhenlage und der flächenmässigen Ausdehnung einer Population. Ein relativ klarer Zusammenhang wurde nur für die Fläche gefunden: Populationen, deren einzelne Fundmeldungen weniger als 100 m voneinander entfernt lagen, zeigten einen Trend zu abnehmender Anzahl adulter Tiere, während grösserflächige Populationen recht stabil blieben. Dieser Befund sollte bei Förderungsprojekten berücksichtigt werden: Bei schrumpfenden Populationen sollten neue Biotop in unmittelbarer Nähe angelegt werden. Nahe beieinander liegende Vorkommen sollten so miteinander vernetzt werden, dass in Abständen von etwa 500 bis maximal 1500 m geeignete Biotop zu finden sind. Ein kantonales Artenförderungsprogramm für die Geburtshelferkröte ist leider noch hängig, wäre aber in Anbetracht des in dieser Studie gefundenen Rückgangs der Populationsgrössen äusserst wünschenswert.

Dank. Die Studie wurde von Franziska Studer im Rahmen ihrer Masterarbeit in Geowissenschaften an der Universität Basel durchgeführt. Wir danken Helge Niemann für seine Unterstützung von Seiten des Studiengangs Geowissenschaften, Ursina Tober für fachliche Unterstützung, Petra Ramseier, Benedikt Schmidt, Thomas Schwarze und info fauna-karch für das Bereitstellen von Rohdaten sowie Christoph Bühler und Benedikt Schmidt für hilfreiche Kommentare zum Manuskript. Franziska Studer dankt ausserdem Werner Götz für seine Unterstützung und die flexiblen Arbeitszeiten während der Feldsaison, Margrit Studer für das grosszügige Ausleihen ihres Autos während der Feldsaison und Pro Natura Basel-Landschaft für die Übernahme der Trägerschaft eines im Rahmen der Masterarbeit entstandenen Förderungsprojekts für Glögglifrösche in Blauen.

Literatur

- BAUR, B. & R. RUCKLI (2011): Artenförderungskonzept des Kanton Basel-Landschaft. Institut für Natur-, Landschafts- und Umweltschutz, Universität Basel.
- BÖLL, S. (2003): Zur Populationsdynamik und Verhaltensökologie einer Rhöner Freilandpopulation von *Alytes obstetricans*. Z. Feldherpetol. 10: 97–103.
- BORGULA, A. & S. ZUMBACH (2003): Verbreitung und Gefährdung der Geburtshelferkröte (*Alytes obstetricans*) in der Schweiz. Z. Feldherpetol. 10: 11–26.
- BOSCH, J., I. MARTINEZ-SOLANO & M. GARCIA-PARIS (2001): Evidence of a chytrid fungus infection involved in the decline of the common midwife toad (*Alytes obstetricans*) in protected areas of central Spain. Biol. Conserv. 97: 331–337.
- FRTZ, K. (2003): 11 Jahre «Wohngemeinschaft» mit Geburtshelferkröten – Langjährige Beobachtungen an einer Population im Garten und Hof. Z. Feldherpetol. 10: 129–142.
- GRAF, R. (1991): Der Lebensraum der Geburtshelferkröte (*Alytes obstetricans* Laurenti) in der montanen und subalpinen Stufe der Schweizer Alpen: Ablauf der Laichzeit und Rufaktivität im Tagesverlauf einer im Gebiet Hirsboden (Eigental) lebenden Population. Mitt. Nat.forsch. Ges. Luzern 32: 267–275.
- GROSSENBACHER, K. (1988): Verbreitungsatlas der Amphibien der Schweiz. Documenta Faunistica Helvetiae 7. Centre Suisse de Cartographie de la Faune, Neuchâtel und Schweizerischer Bund für Naturschutz, Basel.
- HEINZMANN, U. (1970): Untersuchungen zur Bioakustik und Ökologie der Geburtshelferkröte, *Alytes o. obstetricans* (Laur.). Oecologia 5: 19–55.
- HINTERMANN, U. (1986): Amphibien-Inventar des Kantons Basel-Landschaft. Amt für Naturschutz und Denkmalpflege des Kantons Basel-Landschaft, Liestal.
- KRÖPFLI, M. (2011): Factors influencing colonization of created habitats by an endangered amphibian species. Masterarb., Univ. Bern.
- LABHARDT, F. & C. SCHNEIDER (1981): Überblick über die Amphibienbestände in den Kantonen Basel-Landschaft und Basel-Stadt. Tätigkeitsber. Nat.forsch. Ges. Baselland 31: 185–223.
- MERMOD, M. & S. ZUMBACH (2010): Praxismerkblatt Artenschutz – Geburtshelferkröte *Alytes obstetricans*. Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz (karch), Neuchâtel.
- MEYER, A. H., B. R. SCHMIDT & K. GROSSENBACHER (1998): Analysis of three amphibian populations with quarter-century long time-series. Proc. R. Soc. B 265: 523–528.
- ROTH, T., C. BÜHLER & V. AMRHEIN (2016): Estimating effects of species interactions on populations of endangered species. Am. Nat. 187: 457–467.
- RYSER, J., B. LÜSCHER, U. NEUENSCHWANDER & S. ZUMBACH (2003): Geburtshelferkröten im Emmental, Schweiz. Z. Feldherpetol. 10: 27–35.
- SCHMIDT, B. & U. TOBLER (2013): Die Chytridiomykose: Eine neue gefährliche Pilzerkrankung der Amphibien. Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz (karch), Neuchâtel.
- SCHMIDT, B. R. & S. ZUMBACH (2005): Rote Liste der gefährdeten Amphibien der Schweiz. Vollzug Umwelt. Hrsg. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, und Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz, Bern.
- SCHMIDT, B. R., U. TOBLER & P. RAMSEIER (2010): Die Verbreitung der Geburtshelferkröte (*Alytes obstetricans*) im Kanton Basel-Landschaft (NW-Schweiz). Mitt. Nat.forsch. Ges. beider Basel 12: 75–84.
- SCHNEIDER, H. (2005): Bioakustik der Froschlurche: Einheimische und verwandte Arten. Z. Feldherpetol., Supplement 6.
- SCHWARZE, T. (1993): Verbreitung und Biologie der Geburtshelferkröte *Alytes obstetricans* im Kanton Basel-Land, unter besonderer Berücksichtigung der Habitatansprüche und der Abhängigkeit der Larvenentwicklung von der Wasserhärte. Dipl.-arb., Univ. Basel.
- TOBLER, U., A. BORGULA & B. R. SCHMIDT (2012): Populations of a susceptible amphibian species can grow despite the presence of a pathogenic chytrid fungus. PLoS One 7: e34667.
- UTHLEB, H. (2012): Die Geburtshelferkröte: Brutpflege ist männlich. Z. Feldherpetol., Beiheft 14.

Manuskript eingegangen 10. Dezember 2017
Bereinigte Fassung angenommen 31. Oktober 2018