

ZÜRCHER HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN  
DEPARTMENT LIFE SCIENCES UND FACILITY MANAGEMENT  
INSTITUT UNR



**Besiedlung neu erstellter Habitate durch Gelbbauchunken  
im Smaragdgebiet Oberaargau**

Bachelorarbeit

von

**Christa Andrey**

Bachelorstudiengang 2013

Abgabedatum: 08.09.2016

Studienrichtung Umweltingenieurwesen

Fachkorrektoren:

**Dipl. phil. II Patrik Wiedemeier**

ZHAW, Departement N, Grüental, 8820 Wädenswil

**Dr. Jan Ryser**

Pro Natura Bern, Schwarzenburgstr. 11, 3007 Bern

## Impressum

**Zitiervorschlag:** Andrey, Ch., (2016). Besiedlung neu erstellter Habitats durch Gelbbauchunken im Smaragdgebiet Oberaargau. Bachelorarbeit IUNR, ZHAW, Wädenswil.

**Autorin:** Christa Andrey, ch.andrey(at)hotmail.ch

**Adresse des Instituts:** Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW, Departement Life Sciences und Facility Management, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen IUNR, Grüental, 8820 Wädenswil, Schweiz.

**Schlagworte:** Gelbbauchunke, *Bombina variegata*, Smaragdgebiet Oberaargau, Aufwertungsprojekt, Besiedlung, Fortpflanzung, Habitateigenschaften, Tümpel-eigenschaften

**Keywords:** Yellow-bellied toad, *Bombina variegata*, Emerald area Oberaargau, improvement project, colonisation, reproduction, habitat characteristics, pond characteristics

**Titelbild:** Gelbbauchunke, Kieswerk Risi Aarwangen (BE), 6.5.2015 (Foto: Ch. Andrey)



## Abstract

Amphibians are the most endangered group of vertebrates worldwide, this being caused by habitat alteration and destruction, climate change, and invasive species, among other reasons. For the yellow-bellied toad (*Bombina variegata*), a critically endangered amphibian species in Switzerland, habitat loss is listed as the central cause of their decline. In the Emerald Area Oberaargau (BE, LU, SO, AG), where the species occurs and has suffered sharp declines, an improvement project was realized from 2009 – 2014, in which new ponds were created and habitats enhanced. This study aims to show whether the improved habitat locations have been adopted by the yellow-bellied toad and whether the colonized habitats remain populated. Furthermore, it seeks to clarify which pond and location characteristics are decisive. For this purpose, the yellow-bellied toads and their stages of development were recorded in 54 improved habitat locations. In addition, the pond and habitat parameters were collected and analyzed.

Yellow-bellied toads were detected in 12 of the 54 locations examined. The analysis by logistic regression shows that a relatively high number of ponds and a short distance to other yellow-bellied toads are decisive for the presence of the species. New settlements were only observed at four locations. The short distance of these locations to neighbourhood occurrences is worthy of note. A statistical analysis of the location parameters of new settlements was not possible due to the limited data base. For the same reason, the pond parameters could not be analyzed statistically. Eggs and larvae were only detected at four locations in 18 pools (of 233 in total). On average, the ponds used for spawning are more exposed to the sun and, have a lower coverage of reed and vegetation than the average of all ponds examined in this study.

Future improvement measures in the Emerald Area Oberaargau should include creating new ponds which are preferably only a short distance (< 400 m) from existing populations of yellow-bellied toads. Furthermore, pond groups are more effective than single ponds, and need to be maintained regularly in order to prevent successional processes (such as vegetation encroachment, silting up). For a sound analysis of the pond characteristics of spawning pools in the Emerald Area, further investigations are needed. In addition, monitoring of the yellow-bellied toad populations is recommended in order to examine the long-term effects of the improvement measures.

## Zusammenfassung

Amphibien sind die weltweit meist gefährdeten Tiergruppe innerhalb der Wirbeltiere. Die Bedrohung ihrer Art wird unter anderem verursacht durch Lebensraumveränderung und -zerstörung, Klimawandel und Neobiota. Bei der Gelbbauchunke (*Bombina variegata*), einer stark gefährdeten Amphibienart der Schweiz, wird der Lebensraumverlust als zentrale Ursache für deren Rückgang aufgeführt. Im Smaragdgebiet Oberaargau (BE, LU, SO, AG), wo die Unke vorkommt und starke Rückgänge erleiden musste, wurden daher im Rahmen eines Aufwertungsprojekts von 2009 bis 2014 neue Tümpel erstellt und der Lebensraum aufgewertet. Die vorliegende Arbeit soll zeigen, ob die Aufwertungsstandorte von der Gelbbauchunke angenommen wurden und sich bestehende Vorkommen halten konnten. Des Weiteren soll geklärt werden, welche Eigenschaften der Gewässer und deren Umgebung dafür ausschlaggebend sind. Hierfür wurden die Unken und ihre Entwicklungsstadien an den 54 Aufwertungsstandorten kartiert und verschiedene Tümpel- sowie Standortparameter erhoben.

An insgesamt 12 der 54 Standorte konnten Gelbbauchunken nachgewiesen werden. Die Analyse mittels logistischer Regression zeigt, dass eine höhere Anzahl Tümpel sowie eine geringe Distanz zu Nachbarvorkommen für die Präsenz von Gelbbauchunken massgebend sind. Eine Neubesiedlung konnte lediglich an vier Standorten festgestellt werden. Auffällig ist, dass die Neubesiedlungsdistanzen gering sind. Eine statistische Auswertung der Standortparameter von Neubesiedlungen war auf Grund der geringen Datengrundlage nicht möglich. Dies war auch bei den Tümpelparametern bezogen auf Fortpflanzung der Fall: Laich und Larven konnten nur an vier Standorten in 18 Tümpeln (von insgesamt 233) nachgewiesen werden. Die zum Ablachen genutzten Tümpel sind im Durchschnitt stärker besonnt und weisen einen geringeren Deckungsgrad an Röhricht und Gesamtbewuchs auf als der Durchschnitt aller Gewässer an den Aufwertungsstandorten.

Für künftige Aufwertungsmassnahmen im Smaragdgebiet Oberaargau wird empfohlen, neue Gewässer vorzugsweise in geringer Distanz (< 400 m) zu bestehenden Vorkommen zu erstellen. Dabei sollte es sich möglichst um Tümpelgruppen handeln, die regelmässig unterhalten werden, um der Sukzession (u. a. der Verbuschung, Verlandung) Einhalt bieten zu können. Eine aussagekräftige Analyse der für Fortpflanzungsgewässer massgebenden Tümpelparameter im Smaragdgebiet bedarf weiteren Untersuchungen. Ferner empfiehlt sich ein Monitoring der Gelbbauchunkenbestände, um die längerfristigen Auswirkungen der Aufwertungen überprüfen zu können.

## **Dank**

Für die Unterstützung bei meiner Bachelorarbeit möchte ich mich bei den folgenden Personen herzlich bedanken:

Bei Jan Ryser, meinem Zweitkorrektor, für die fachliche Unterstützung, die Tipps und hilfreichen Rückmeldungen.

Bei Beatrice Lüscher für die zweitägige Begehung aller Standorte und die grosse Hilfsbereitschaft bei fachlichen Belangen.

Ebenfalls bedanken möchte ich mich bei Christian Hedinger für die stets rasche Beantwortung meiner Fragen.

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	9
2	Grundlagen .....	11
2.1	Gelbbauchunke ( <i>Bombina variegata</i> ) .....	11
2.1.1	Lebensraumansprüche.....	12
2.1.2	Ortsbeziehungen.....	17
2.1.3	Nahrung und Fressfeinde.....	18
2.1.4	Aktivitätszeiten und Fortpflanzung.....	19
2.1.5	Verbreitung .....	22
2.1.6	Gefährdung und Schutz .....	23
2.2	Smaragdgebiet Oberaargau .....	27
2.2.1	Aufwertungsprojekt 2009 – 2014.....	28
2.2.2	Die Gelbbauchunke im Smaragdgebiet .....	29
3	Material und Methoden.....	31
3.1	Untersuchungsgebiet .....	31
3.2	Habitatanalyse der Laichgewässer und ihrer Umgebung.....	34
3.3	Erfassung der Unken und ihrer Entwicklungsstadien.....	35
3.4	Aufbereitung der Daten .....	36
3.5	(Statistische) Auswertung.....	36
4	Ergebnisse .....	37
4.1	Einfluss der Standortparameter auf die Besiedlung durch Gelbbauchunken .....	39
4.1.1	Gelbbauchunken-Vorkommen.....	39
4.1.2	Wechselbeziehungen der Standortparameter untereinander.....	40
4.1.3	Angebot: Eigenschaften der Aufwertungsstandorte.....	42
4.1.4	Neubesiedlung .....	44
4.2	Einfluss der Tümpelparameter auf die Annahme als Fortpflanzungsgewässer.....	45
4.2.1	Fortpflanzung .....	45
5	Diskussion.....	48
5.1	Besiedelte Standorte und Fortpflanzungsnachweise .....	48
5.2	Einfluss der Standortparameter auf die Besiedlung durch Gelbbauchunken .....	49
5.3	Einfluss der Tümpelparameter auf die Akzeptanz als Fortpflanzungsgewässer.....	54
6	Fazit und Ausblick .....	57
7	Literatur.....	58
	Anhang.....	68

## Liste der Abkürzungen

AG	Aargau (Kanton)
Art.	Artikel
BE	Bern (Kanton)
BLN	Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Be-
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
d. h.	das heisst
Dist.	Distanz
etc.	et cetera
exkl.	exklusive
i. d. R.	in der Regel
inkl.	inklusive
LU	Luzern (Kanton)
LW	Standort auf Landwirtschaftsflächen
max.	maximal
min.	minimal/mindestens
Nr.	Nummer
o. Ä.	oder Ähnliches
resp.	respektive
SO	Solothurn (Kanton)
u. a.	unter anderem
WA	Standort im Wald
z. B.	zum Beispiel
z. T.	zum Teil
zw.	zwischen

## 1 Einleitung

Amphibien sind unter den Wirbeltieren die am meisten gefährdete Tiergruppe weltweit (Cayuela et al., 2015). So stehen 42 % aller Amphibienarten auf der Roten Liste (IUCN, 2016), in der Schweiz gar 70 % (Schmidt & Zumbach, 2005). Die Gründe dafür sind vielfältig; genannt werden u. a. Veränderung und Zerstörung der Lebensräume, der Klimawandel, nicht-einheimische Tierarten (Vredenburg & Wake, 2007) oder auch neue Infektionskrankheiten wie z. B. die Chytridio-mykose (Blaustein et al., 2012).

Eine der stark gefährdeten Amphibienarten in der Schweiz ist die Gelbbauchunke (*Bombina variegata*) (Schmidt & Zumbach, 2005), die in den letzten Jahrzehnten in vielen Regionen starke Rückgänge erleiden musste. Die wohl wichtigste Ursache dafür ist der Lebensraumverlust, bedingt durch Trockenlegungen von Feuchtgebieten, Fließgewässerkorrekturen sowie die Zerstörung von Kleinstgewässern (Meyer et al., 2014). Obwohl bereits grosse Anstrengungen zur Förderung der Unken unternommen wurden, konnte der Negativtrend nicht gebrochen werden und die Massnahmen wirken oft ungenügend (Lippuner, 2014a). So stellte z. B. Brandt (2015) in ihren Untersuchungen im Kanton Schwyz fest, dass lediglich drei von zehn neuen Tümpelkomplexen besiedelt wurden. Ursachen eruierte sie in zu grossen Distanzen zu grösseren Populationen sowie ungeeigneten Gewässereigenschaften (u. a. dauerhafte Austrocknung der Tümpel, zu starker Bewuchs, zu tiefe Gewässer). Um eine Grundlage für eine wirkungsvolle Förderung der Gelbbauchunken zu haben, führte Lippuner (2014a) Lebensraumanalysen durch. Diese zeigen auf, dass für Unken differenziertere Massnahmen nötig sind als für die meisten anderen einheimischen Amphibienarten. Die Art ist angewiesen auf einen vielfältigen Lebensraum mit auf ihre Bedürfnisse angepassten Aufenthalts- und Fortpflanzungsgewässern und einem strukturreichen Landlebensraum, alles vorzugsweise im oder in der Nähe von Wald gelegen.

Die Gelbbauchunke kommt in der Schweiz unter anderem im Smaragdgebiet Oberaargau (BE, LU, SO, AG) vor, wo die Bestände ebenfalls dramatisch zurückgegangen sind. Um die verbleibenden Vorkommen zu fördern und zu vernetzen, wurden im Rahmen eines Aufwertungsprojekts von 2009 bis 2014 diverse neue Unkentümpel an verschiedenen Standorten angelegt und der Lebensraum aufgewertet. 2014 wurde eine erste Wirkungskontrolle durchgeführt. Erste Erkenntnisse zeigen, dass sich die Lebensraumsituation der wichtigsten Gelbbauchunkenvorkommen nicht verschlechtert, zum Teil bereits verbessert hat. An mehreren Standorten mit Unkenvorkommen konnte sich die Population halten oder gar einen Zuwachs verzeichnen. Zudem konnte an fünf Standorten eine Neubesiedlung festgestellt werden (Hedinger et al., 2015).

Um ein genaueres Bild von der Besiedlung der Standorte und den Auswirkungen der Aufwertungsmaßnahmen zu bekommen, soll die Wirkungskontrolle 2016 weitergeführt werden. Im Rah-

men der vorliegenden Arbeit wird daher eine systematische Erfassung der Unken und ihrer Fortpflanzungsstadien an allen Aufwertungsstandorten durchgeführt. Ziel ist es herauszufinden, ob die erstellten Tümpel oder Tümpelgruppen an den verschiedenen Standorten von der Gelbbauchunke angenommen wurden, sich bestehende Vorkommen halten konnten und welche Eigenschaften der Gewässer und ihrer Umgebung dafür ausschlaggebend sind. Dafür sollen an allen Aufwertungsstandorten nebst der Erhebung der Unkenvorkommen die Eigenschaften der Tümpel und ihrer Umgebung untersucht werden. Für die Auswertung stellen sich folgende Fragen:

1. Welche Standorte sind oder wurden neu durch Gelbbauchunken besiedelt?
2. Welche Standortparameter sind ausschlaggebend für eine (Neu-)Besiedlung?
3. Welche Tümpel-eigenschaften sind massgebend, damit das Gewässer von den Unken zur Fortpflanzung genutzt wird?

## 2 Grundlagen

### 2.1 Gelbbauchunke (*Bombina variegata*)

Auf den ersten Blick gleicht die Gelbbauchunke (*Bombina variegata*) mit ihrer warzigen Haut und der gedrungenen Gestalt (siehe Abbildung 1) den Echten Kröten (Bufonidae). Körper und Kopf sind jedoch abgeflacht und ihre scheibenförmige Zunge kann nicht herausgeschleudert werden, da sie mit dem Mundhöhlenboden verwachsen ist. Ausserdem fehlen Parotidenwülste (Ohrenröhren) hinter den Augen und das Trommelfell ist nicht sichtbar (Genthner & Hölzinger, 2007). Deshalb gehört die Gelbbauchunke zur Familie der Unken (Bombinatoridae) (IUCN, 2015a).

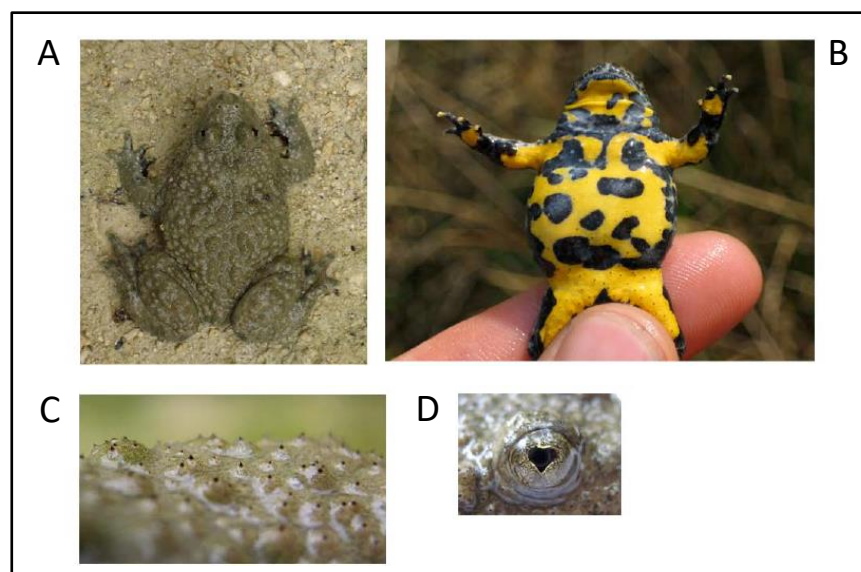


Abbildung 1: Charakteristische Merkmale der Gelbbauchunke: Oberseite (A) und Bauchunterseite (B) eines Adulttiers, bedornete Warzen auf dem Rücken eines Männchens (C), herzförmige Pupille (D), ((Pichenot, 2008), verändert).

Der lateinische Gattungsname „*Bombina*“ nimmt Bezug auf den Ruf, denn „*Bombus*“ bedeutet „dumpler Ton“. „Bunt/scheckig“ ist die Übersetzung des Artnamens „*variegata*“, was sich auf die Färbung der Unken-Unterseite bezieht (Abbildung 1: B). Diese ist nämlich auffallend gelb-schwarz oder gelb-grau gemustert und gilt als individuelles Erkennungsmerkmal der Gelbbauchunken (Nöllert et al., 2014). Die Oberseite der Tiere ist bräunlich, grau bis hin zu lehmfarben und der Rücken ist von bedorneten Warzen geprägt (Abbildung 1: A & F). Charakteristisch sind die herz- oder auch umgekehrt tropfenförmigen Pupillen (Abbildung 1: D). Die Gelbbauchunke ist eine kleine Froschlurchenart, die Gesamtlänge der Adulttiere erreicht lediglich 3 bis 5 cm (Meyer et al., 2014).

### 2.1.1 Lebensraumansprüche

Unken haben, wie die meisten anderen Lurche, eine amphibische Lebensweise; sie halten sich sowohl in terrestrischen wie auch aquatischen Lebensräumen auf (Gollmann & Gollmann, 2012). So nutzen sie im Jahresverlauf Laich- und Aufenthaltsgewässer, Sommer- und Winterlebensräume sowie Wanderkorridore (Mermod et al., 2011). In der Regel liegen die von ihr genutzten Gewässer im oder in der Nähe von Wald (Lippuner, 2014a).

Die Gelbbauchunke ist auf dynamische Lebensräume spezialisiert und somit eine typische Pionierart. Bei den ursprünglichen Lebensräumen der Gelbbauchunke handelt es sich um Auenlandschaften (Bsp. siehe Abbildung 2), Fluss- und Bachtäler, Rutschhänge, zum Teil auch um Riedgebiete, Verlandungszonen, Sümpfe sowie feuchte Wälder. Viele dieser natürlichen Habitats sind durch anthropogene Eingriffe wie z. B. Flussbegradigungen oder Drainagen sehr selten geworden (Mermod et al., 2011; Gollmann & Gollmann, 2012). Ausführlichere Informationen zum Lebensraumverlust folgen im Kapitel 2.1.6.



Abbildung 2: Temporärer Tümpel in den Senseauen (FR/BE): Die natürliche Dynamik der noch intakten Auenlandschaft schafft für die Gelbbauchunke geeignete Laichgewässer (Foto: Ch. Andrey, 14.5.2015).

### Aquatischer Lebensraum

Die Gelbbauchunke ist in sehr unterschiedlichen Gewässertypen anzutreffen, sowohl in permanent wie auch temporär Wasser führenden, in stehenden oder in fließenden. Je nach Typ werden sie in unterschiedlicher Weise von den Unken genutzt. Die einen dienen als Aufenthaltsgewässer, entweder nur vorübergehend oder auch längerfristig. Die anderen werden vorwiegend als Laichgewässer genutzt (Gollmann & Gollmann, 2012). Eine klare Abgrenzung zwischen Aufenthalts-

und Laichgewässer kann nicht gemacht werden, denn ein Gewässer kann auch mehrere Funktionen erfüllen. Ein Übergang von einem Laich- zu einem Aufenthaltsgewässer kann zudem durch die Zunahme der Vegetation und somit der Beschattung verursacht werden (Miesler & Gollmann, 2000). In Bezug auf die Wasserqualität der aquatischen Lebensräume haben Gelbbauchunken, im Gegensatz zu anderen Amphibienarten, keine hohen Ansprüche; sie kommen auch mit einem geringen Grad an Wasserverschmutzung gut zurecht (European Commission, 2009). So findet erfolgreiche Fortpflanzung gar in eutrophierten Gewässern statt (Gollmann & Gollmann, 2012).

Nachfolgend werden die Eigenschaften der Aufenthalts- und Laichgewässer genauer beschrieben.

### Aufenthaltsgewässer

Als Aufenthaltsgewässer dienen meist permanent Wasser führende Gewässertypen (Mermod et al., 2011). Während paarungsfähige Männchen oft über einen längeren Zeitraum an den Laichgewässern zu beobachten sind (Möller, 1996 in Gollmann & Gollmann, 2012), halten sich vor allem nicht paarungsbereite Weibchen sowie Jungtiere in Aufenthaltsgewässern auf. Kühlere, teilweise oder dicht bewachsene und schattigere Tümpel (Bsp. siehe Abbildungen 3 & 4) werden bevorzugt (Gollmann et al., 2012). Auch in Bächen oder nicht permanent Wasser führenden Gewässern wie Wildschweinsuhlen sind die Tiere anzutreffen (Denoël, 2004; Niekisch, 1996; Miesler & Gollmann, 2000).



Abbildung 3: Stark bewachsener, kaum Wasser führender Tümpel (rot umrahmt) im Wald oberhalb der Ziegelei Roggwil von subadulten Unken als Aufenthaltsgewässer genutzt (Foto: Ch. Andrey, 21.4.2016).



Abbildung 4: Stark zugewachsener Tümpel, ebenfalls von subadulten Unken als Aufenthaltsgewässer genutzt (Foto: Ch. Andrey, 22.4.2016).

Zentral für Aufenthaltsgewässer sind Versteckmöglichkeiten im Gewässer und in dessen Umgebung. Uferauhöhlungen, Steine, Totholz oder eine dichte Bodenvegetation wie z. B. Brombeeren bieten einen guten Unterschlupf (Gollmann & Gollmann, 2012).

## Laichgewässer

Als typische Pionierart nutzt die Gelbbauchunke für die Fortpflanzung vorwiegend vegetationsfreie oder vegetationsarme, temporäre und sonnenexponierte Kleingewässer (Bsp. siehe Abbildung 5). Es handelt sich dabei u. a. um Suhlen, Fahrzeugspuren (Bsp. siehe Abbildung 6) oder auch Gräben, die wenige Monate Wasser führen. Überschwemmte Weiden und Wiesen werden ebenfalls zum Ablachen genutzt (Mermod et al., 2011). Die sonnigen und wenig beschatteten Tümpel bringen höhere Wassertemperaturen mit sich, was eine schnellere Entwicklung der Eier und Larven ermöglicht (Gollmann & Gollmann, 2012). Damit eine erfolgreiche Reproduktion stattfinden kann, sollten die Fortpflanzungsgewässer während der Laichsaison im Frühling und Sommer während mindestens acht Wochen Wasser führen (Mermod et al., 2011).



Abbildung 5: Als Laichgewässer genutzter, stark besonnener und beinahe vegetationsfreier Tümpel mit lehmigem Gewässergrund im Kieswerk Risi in Aarwangen (BE). Im Rahmen der Aufwertungsarbeiten im Smaragdgebiet erstellt (Foto: Ch. Andrey, 8.5.2016).



Abbildung 6: Temporäre Tümpel in einer Fahrzeugspur im Chlosterwald bei St. Urban (LU), die im Rahmen des Aufwertungsprojekts erstellt und 2016 gerade erneuert wurden. 2016 konnte hier Laich nachgewiesen werden (Foto: Ch. Andrey, 29.4.2016).

Ein Trockenfallen im Herbst oder Winter gewährleistet eine Verringerung aquatischer Räuber. Temporäre Tümpel bergen aber auch ein gewisses Risiko, dass sie zu früh austrocknen. Dies hängt meist von der Stärke und Häufigkeit der Niederschläge, aber auch von der Durchlässigkeit des Untergrunds ab. Die Gelbbauchunke kompensiert dies, indem sie sich über mehrere Monate hinweg fortpflanzt und in verschiedene Gewässer ablaicht. Das ist auch der Grund, weshalb grössere Populationen zahlreiche Tümpel benötigen (Meyer et al., 2014). In einer Studie im Talwald südlich von Kirchenheim-Teck (DE) konnte Dietrich (2002) nachweisen, dass ein Tümpelkomplex einen höheren Fortpflanzungserfolg ermöglicht als Einzeltümpel.

Gelbbauchunken bevorzugen neu entstandene, kleine Pfützen, die meist weniger als 1 m<sup>2</sup> gross sind. Dennoch wurden Fortpflanzungsnachweise in (viel) grösseren Gewässern festgestellt

(Gollmann & Gollmann, 2012). Die Tiefe der Unkenlaichgewässer beträgt nur wenige Zentimeter bis ca. einen Meter. Wo genutzte Gewässer tiefer sind, wird nur im flachen Uferbereich gelaicht (Niekisch, 1996).

Der Gewässerboden ist meist lehmig, tonig oder auch mit Detritus oder Falllaub bedeckt. An Fließgewässern kann er auch steinig oder felsig sein. Schlamm, Falllaub, Steine, Pflanzenreste o. Ä. bieten den Unken Schutz vor Räubern (Gollmann & Gollmann, 2012; Primus, 2012), daher werden Gewässer ohne einen solchen Grund weniger gut von den Unken angenommen (Niekisch, 1996). Eine Trübung des Wassers, verursacht durch langsam absinkende Tonpartikel, bietet den Tieren einen zusätzlichen Sichtschutz (Genthner & Hölzinger, 2007). Die Trübung eines Gewässers kann sich auf Grund von Niederschlag oder anderen Einwirkungen, welche den Bodengrund aufwühlen, jedoch schnell verändern (Niekisch, 1996).

## **Terrestrischer Lebensraum**

Nebst den aquatischen Lebensräumen ist die Gelbbauchunke auf terrestrische Lebensräume angewiesen. Unterschieden wird hier zwischen Sommer- und Winterhabitaten.

### **Sommerlebensraum**

An Land sind Gelbbauchunken vorwiegend ausserhalb der Paarungszeit zu finden. Sie halten sich dann bei hoher Luft- und Bodenfeuchtigkeit auf Wiesen, Weiden, Feldern, in Röhrichten oder auch im Wald auf; dies zum Teil bis zu einigen hundert Metern von den nächsten Laichgewässern entfernt (Gollmann & Gollmann, 2012). Bei Sonnenschein oder auch während Ruhephasen sind die Tiere in Verstecken anzutreffen, welche ihnen Schutz vor dem Austrocknen und der Sonneneinstrahlung bieten. Als Versteckmöglichkeiten dienen ihnen Baumstrünke, Bodenrisse, hohl liegende Steine oder Gesteinshalden, aber auch künstliche Strukturen wie Pappe oder Plastikteile (Niekisch, 1996). Da Gelbbauchunken nicht in der Lage sind, sich aktiv in den Boden einzugraben (Gollmann et al., 2012), ist das Vorhandensein von Versteckstrukturen in ihrem Lebensraum unerlässlich (Niekisch, 1996).

### Winterlebensraum

Über die Winterquartiere der Gelbbauchunken ist bis heute wenig bekannt. Bei Funden im Winter handelte es sich meist nur um vereinzelte, zufällig aufgefundene Tiere. Entdeckt wurden sie beispielsweise im Wald an frostsicheren Orten wie unter morschen Baumstämmen, in Erdlöchern, Höhlen, unter Steinen oder auch in Schotterhängen (Gollmann & Gollmann, 2012). Pichenot (2008) konnte Ritzen und Nagergänge in Böschungen (Abbildung 7) als Winterquartiere ausmachen. Auch in alten Mauern, Schächten oder in erdigen Böden unbewohnter Häuser wurden überwinternde Tiere gefunden (ECOTER, 2011).



Abbildung 7: Nagergänge in dieser Böschung wurden von einem Gelbbauchunkenweibchen als Winterquartier aufgesucht (Pichenot, 2008).

Die Gelbbauchunke zieht also in Bezug auf Laichgewässer meist kleine, temporäre, sonnige und kaum bewachsene Tümpelgruppen vor. Als Aufenthaltsgewässer dienen ihr hingegen oft permanente, schattigere und kühlere Tümpel. In den terrestrischen Lebensräumen sind Unterschlupfmöglichkeiten zentral, die Schutz vor Austrocknung, Hitze und Frost bieten.

### 2.1.2 Ortsbeziehungen

Die Gelbbauchunke gilt als eine Pionierart (Niekisch, 1996), die umhervagabundiert und so rasch geeignete Lebensräume auffinden und besiedeln kann (Abbühl & Durrer, 1998). Manche Individuen wandern über weite Strecken an neue Gewässer, einige davon kehren jedoch auch wieder zu ihrem „Heimatgewässer“ zurück. Es gibt auch Befunde, dass sich Gelbbauchunken über sehr lange Zeit, z. T. mehrere Jahre, an demselben Gewässer oder an benachbarten Stellen finden lassen und somit ausgesprochen ortstreu sind. Allgemeingültige Aussagen über die Ortsbeziehungen von Gelbbauchunken lassen sich daher kaum machen; zu gross ist die Variabilität, die vom Untersuchungsgebiet, der Jahreszeit, dem Geschlecht und dem Alter der Tiere abhängt (Gollmann & Gollmann, 2012). Niekisch (1996) stellte in Verfrachtungsversuchen beispielsweise fest, dass die Ortsbindung adulter Gelbbauchunken stärker ausgebildet ist als bei Jungtieren. Die Mehrheit der umgesiedelten Adulten kehrte innerhalb kurzer Zeit zu ihrem Ursprungsgewässer zurück, während Juvenile und Subadulte die neuen Gewässer zu rund 50 % annahmen. Gollmann und Gollmann (2012) kommen auf Grund ihrer diversen Gelbbauchunken-Untersuchungen zum Schluss, dass die Tiere in ihrer Jugend Wanderungen unternehmen und teilweise kilometerweit vom Ursprungsgewässer aufzufinden sind. Dies vermutlich um ihre Umgebung und die darin vorkommenden Laichgewässer, Landlebensräume und Winterquartiere kennenzulernen. Manche Jungtiere kehrten an ihre Herkunftsgewässer zurück, zum Teil erst nach mehreren Jahren, andere wurden nie wieder dort gesehen. Dabei scheint es u. a. davon abhängig zu sein, ob der Geburtsort gute Wachstumsbedingungen bietet oder nicht. Jungtiere stellen vermutlich das wichtigste Ausbreitungsstadium der Gelbbauchunke dar (Gollmann & Gollmann, 2012).

Im Gegensatz zu anderen Amphibienarten finden die Laichwanderungen zu den Fortpflanzungsgewässern wie auch die Abwanderungen nicht als Massenerignis, sondern eher unauffällig, verteilt über einen längeren Zeitraum, statt (Gollmann et al., 2012). Zudem sind die dabei zurückgelegten Distanzen eher kurz, weshalb die Art zu den Kurzstreckenwanderern der einheimischen Amphibien gezählt wird (Glandt, 1986).

Wie weit Unken wandern (können), lässt sich nicht genau sagen. Pichenot (2008) beispielsweise stellte in einem Waldgebiet in Frankreich in einer dreijährigen Untersuchung fest, dass die Hälfte der wiedergefangenen Unken weniger als 200 m zurückgelegt hatten. In Rumänien wurden durchschnittliche Wanderdistanzen innerhalb eines Jahres von ca. 120 bis 250 m registriert (Hartel, 2008), vergleichbar mit den Angaben von Gollmann & Gollmann (2012) von 130 bis 200 m im Wienerwald. Die durchschnittlichen Aktionsdistanzen sind eher gering. Gollmann & Gollmann (2012) wie auch Pichenot (2008) geben jedoch zu bedenken, dass die Wanderfähigkeit unter Umständen unterschätzt wird. Dies hat damit zu tun, dass nur diejenigen Unken einbezogen werden können, die sich im Untersuchungsgebiet aufhalten und sich fangen lassen (Gollmann &

Gollmann, 2012). Es kann auch sein, dass das Untersuchungsgebiet zu klein gewählt wurde (Pichenot, 2008). In verschiedenen Studien wurden auch Weitwanderer festgestellt. Hartel (2008) fand Gelbbauchunken, die sich bis zu 1300 m vom Markierungsort entfernt hatten. Rekordhalter in einer Studie von Pichenot (2008) war eine Unke, die innerhalb von zwei Wochen 3800 m zurückgelegt hatte. Somit ist die Gelbbauchunke nicht nur fähig, grosse Distanzen zu überwinden, sondern kann sich auch relativ schnell fortbewegen (Pichenot, 2008; Gollmann & Gollmann, 2012).

### 2.1.3 Nahrung und Fressfeinde

In einem geeigneten Lebensraum finden die Gelbbauchunken genügend Nahrung und Schutz vor Räubern. Die Nahrungsquellen wie auch die potentiellen Fressfeinde sind je nach Entwicklungsstadium unterschiedlich.

#### Nahrung

Gelbbauchunken haben ein breites Nahrungsspektrum, welches vom Angebot der jeweiligen Jahreszeit und dem Lebensraum abhängig ist. Grundsätzlich wird jedes sich bewegende Objekt als potentielle Beute betrachtet, solange es nicht zu gross, sprich, zu überwältigen ist (Genthner & Hölzinger, 2007). Adulttiere haben ein weiteres Nahrungsspektrum als Jungtiere, da sie auch grössere Beutetiere fressen können (Sas et al., 2005). Rund 80 % des Nahrungsbedarfs wird durch Insekten gedeckt; so dienen vor allem Käfer, Schmetterlinge, Raupen, Zweiflügler, Hautflügler, Eintags- und Steinfliegenlarven, Libellen, Zikaden und Blattläuse als Nahrungsquelle. Nebst Insekten werden u. a. auch Würmer, Spinnen, Milben, Flohkrebse, Asseln oder kleine Schnecken gefressen (Gollmann & Gollmann, 2012). In einzelnen Fällen wurden auch Larven von Artgenossen in untersuchten Mageninhalten gefunden (Tóth et al., 2007; Groza et al., 2006). Der überwiegende Teil der Nahrung besteht aus terrestrischen Beutetieren (Sas et al., 2005). Nebst tierischer Nahrung wurden bei der Untersuchung von Mageninhalten auch Pflanzenreste oder mineralische Teilchen festgestellt. Erklärt wird dies mit der versehentlichen Aufnahme beim Verschlucken ihrer eigentlichen Beute; rein pflanzenbasierte Mageninhalte wurden keine gefunden (Sas et al., 2005). Im Gegensatz zu Metamorphlingen und Adulten ernähren sich Unkenlarven von Detritus (Nöllert et al., 2014) und Algen (Meyer et al., 2014).

#### Fressfeinde

Das starke Hautgift, das fertig entwickelte Gelbbauchunken bei Reizung absondern können, stellt einen sehr wirksamen Schutz gegen Fressfeinde dar. So haben die Adulttiere auch nur wenige natürliche Feinde wie z. B. Schwarzstorch, Waschbär, Rabenkrähe, Graureiher, See- und Teichfrosch sowie Ringel- und Würfelnatter. Der Laich hingegen wird von Amphibienlarven, z. T. auch

von Unkenlarven, aber auch von Molchen und Fischen gefressen. Kaulquappen werden von Fischen, Insektenlarven und räuberischen Insekten erbeutet, so z. B. von Wasserwanzen, Schwimmkäfern, Wasserkäfern und Libellenlarven (Nöllert et al., 2014). Niekisch (1996) konnte ausserdem Elstern, Eichelhäher und Amseln beobachten, wie sie an Pfützen Nahrung, vermutlich Unkenlarven und -metamorphlinge, aufpiketen. Juvenile Tiere, deren Unterseite noch grau gefärbt ist, scheinen lediglich durch ihre Tarnfärbung vor Feinden geschützt zu sein; bei Unken dieser Altersklasse konnten keine Gift-Ausscheidungen beobachtet werden (Niekisch, 1996).

Die Tatsache, dass erst fertig entwickelte Gelbbauchunken ein schützendes Hautgift absondern können, macht deutlich, wieso die Art auf temporäre Laichgewässer angewiesen ist, wie dies in Kapitel 2.1.1 erläutert wurde. Das Trockenfallen reduziert die Dichte an Räubern und ermöglicht so höhere Überlebenschancen.

## 2.1.4 Aktivitätszeiten und Fortpflanzung

### Täglicher Aktivitätsrhythmus

Die täglichen Aktivitätsphasen der Gelbbauchunken hängen von einer Vielzahl an Faktoren ab; so spielen Wasser- und Lufttemperatur, Wind, Niederschlag und Luftfeuchtigkeit eine Rolle. Zudem können sich die Aktivitätsmuster zwischen Jungtieren und Adulten unterscheiden und von den Aktivitäten der jeweiligen Jahreszeit (Paarung, Wanderungen etc.) abhängig sein. Deshalb sind Angaben in Bezug auf den Aktivitätsrhythmus im Tagesverlauf widersprüchlich und lückenhaft (Gollmann & Gollmann, 2012).

Bezüglich Tagesaktivität an Land besteht gemäss Niekisch (1996) ein Zusammenhang zur Bodenfeuchtigkeit: In trockenen Perioden, in denen eine geringe Bodenfeuchtigkeit herrscht, beschränkt sich die Aktivitätszeit der Gelbbauchunken fast ausschliesslich auf die Dämmerung und die ersten Nachtstunden. Die Tiere sind dann entweder in Verstecken oder im Wasser zu finden. Sobald Regenfälle einsetzen, sind die Tiere auch tagsüber an Land zu finden (Niekisch, 1996).

Rufaktive Unkenmännchen können, abhängig von den jeweiligen Temperaturen, zu verschiedenen Tageszeiten beobachtet werden (Gollmann & Gollmann, 2012). Meist sind die Männchen vom späten Vormittag bis gegen die Mitternachtsstunden zu hören (Niekisch, 1996). Erhöht ist die Rufaktivität vor Gewittern oder nach Regenfällen, jedoch rufen die Männchen bei stärkerem Regen kaum (Barandun 1995 in Gollmann & Gollmann, 2012). Auch Wind oder deutliche Temperaturabsenkungen reduzieren die Rufaktivität der Tiere (Niekisch, 1996).

### Das Unkenjahr

In der Schweiz werden die ersten Gelbbauchunken frühestens im März aktiv und können dann sowohl an Land wie auch im Wasser angetroffen werden. Die Paarungszeit startet Mitte April

(Meyer et al., 2014), sobald die Wassertemperaturen etwas erhöht sind (ca. 11 – 15° C) (Nöllert et al., 2014). Die Fortpflanzungszeit dauert verhältnismässig lange bis Juli/August oder gar September. Innerhalb dieser langen Zeitspanne finden zwei bis vier Ruf- und Laichperioden statt, deren Zeitpunkte durch Niederschläge bestimmt werden. Die Unken wechseln während diesen Monaten mehrmals zwischen den Fortpflanzungs- und Aufenthaltsgewässern. Da die Embryonalentwicklung bei den Unken relativ kurz ist, lassen sich bereits ab Mai Larven im Wasser beobachten. Metamorphose findet man gegen Ende Juni. Je weiter der Sommer voranschreitet, umso mehr Adulttiere verlassen die Laichtümpel und halten sich im Landlebensraum auf. Im Laichgewässer bleiben meist nur noch Kaulquappen und Jungtiere zurück. Die Winterquartiere suchen die Unken im September oder Oktober auf (Nöllert et al., 2014).

### **Fortpflanzung**

Gelbbauchunken können in freier Natur mindestens 19 Jahre alt werden (Nöllert et al., 2014), wobei sie frühestens im zweiten oder dritten Lebensjahr geschlechtsreif werden (Barandun et al., 1997). Wenn sie das Fortpflanzungsalter erreicht haben, können sie sich über viele Jahre hinweg reproduzieren; Gollmann und Gollmann (2012) erfassten ein Weibchen innerhalb von 14 Jahren insgesamt neunmal im Amplexus (Umklammerung durch Männchen). Auch andere Unkenweibchen fanden sie mehrmals bei der Paarung wieder, dies oft auch im Abstand mehrerer Jahre. Auch innerhalb derselben Saison können sich die Tiere mehrmals fortpflanzen, sowohl Männchen wie auch Weibchen (Gollmann & Gollmann, 2012). Bei den Weibchen wird dies durch eine kontinuierliche Eientwicklung ermöglicht (Böll, 2002). Sind die Bedingungen schlecht (z. B. wegen Trockenheit), findet bei manchen Weibchen in einem Jahr keine Fortpflanzung statt (Barandun et al., 1997).

Das sicherlich auffälligste Verhalten der Gelbbauchunken während der Fortpflanzungszeit sind die sogenannten „Paarungsrufe“ der Männchen. Eine anlockende Wirkung des Rufs auf potentielle Partnerinnen konnte bislang nicht nachgewiesen werden (Gollmann & Gollmann, 2012). Wenn die Rufe auch nicht der individuellen Partnersuche dienen, konnte Niekisch (1996) eine generelle Anlockwirkung von Unkenrufen auf Artgenossen feststellen. So wurden beim Abspielen der „Paarungsrufe“ in einem Feldversuch mehrere Männchen und ein Weibchen innerhalb von zwei Stunden in die Nähe des Tonbands gelockt. Ebenfalls konnte Niekisch nachweisen, dass die Männchen nur in geeigneten Laichgewässern und bei günstigen klimatischen Bedingungen Rufe von sich gaben. Die Tiere können so ihren Artgenossen die Lage günstiger Laichgewässer mitteilen.

Hat ein Männchen ein paarungswilliges Weibchen gefunden, umklammert er es mit seinen Beinen an der Taille. Dies wird als inguinaler Amplexus bezeichnet. Im Gegensatz zu anderen Amphibienarten findet die Umklammerung erst im Wasser statt. Der Amplexus kann Stunden oder auch mehrere Tage dauern. Die Eiablage findet in der Regel in der zweiten Nachthälfte und frühmorgens statt. Gelegt wird der Laich in Klumpen mit einigen wenigen oder einigen Dutzend Eiern (Abbildung 8). Diese werden an Pflanzen oder anderen Strukturen im Gewässer angeheftet. Wenn solche fehlen, wird der Laich auf den Gewässergrund abgelegt. Ein Unkenpaar kann die Eier in mehreren Tümpeln in nächster Nähe ablegen, was zur Minimierung des Verlustrisikos führt. Gleichzeitig bedeutet dies auch, dass von der Anzahl Laichklumpen nicht auf die Anzahl Unkenpärchen geschlossen werden kann (Genthner & Hölzinger, 2007).



Abbildung 8: Unkenlaich am Standort WA2 Kieswerk Risi in Aarwangen (Foto: Ch. Andrey, 8.5.2016).

Die anschließende Entwicklungsdauer der Embryonen und Kaulquappen hängt massgeblich von der Wassertemperatur ab. Temperaturen von über 12° C ermöglichen eine normale Entwicklung, wobei die Larven nach rund zwei Wochen schlüpfen. Bei höheren Temperaturen läuft die Entwicklung rascher ab (Genthner & Hölzinger, 2007). Laut Bühler et al. (2013) können Kaulquappen bereits nach drei Tagen schlüpfen. Bis zur Metamorphose vergehen danach noch rund fünf bis zehn Wochen.

### 2.1.5 Verbreitung

Das Verbreitungsgebiet der Gelbbauchunke (Abbildung 9) erstreckt sich von Frankreich im Westen, über Deutschland im Norden, bis nach Griechenland im Südosten Europas (Gollmann & Gollmann, 2012). Es handelt sich folglich um eine in Europa endemische Amphibienart (Nöllert et al., 2014).

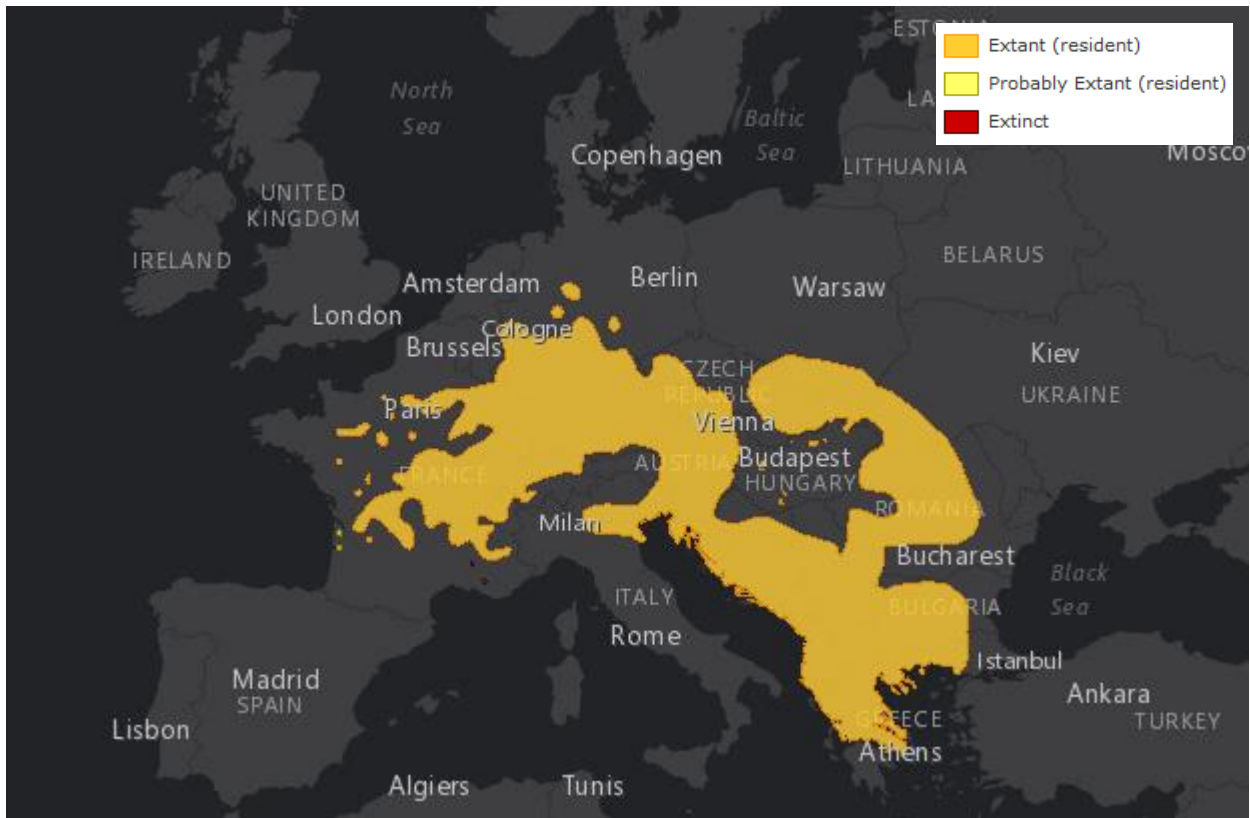


Abbildung 9: Verbreitung der Gelbbauchunke *Bombina variegata* in Europa ((IUCN, 2015b), verändert).

In jüngster Zeit wurden i. d. R. vier Unterarten von *Bombina variegata* anerkannt (Gollmann & Gollmann, 2012). Im nördlichen Teil des Verbreitungsgebiets findet sich ausschliesslich die Nominatform *Bombina variegata variegata*. Zwei Unterarten kommen im Süden des Verbreitungsareals vor: *Bombina v. scabra* auf dem südlichen Balkan und in Griechenland sowie *Bombina v. kolombatovici* an der dalmatischen Küste. Die vierte Unterart ist *Bombina v. bachypus*, welche im Süden Italiens vertreten ist (Genthner & Hölzinger, 2007). Letztere wird teilweise als eigene Art, als „*Bombina bachypus*“, angegeben (weshalb sie auf der Karte fehlt). Der taxonomische Status ist jedoch noch umstritten (Nöllert et al., 2014).

Von der Höhenlage her ist die Gelbbauchunke in Europa besonders im Hügelland sowie im Mittelgebirge anzutreffen. Die Verbreitung der Unke ist daher mit derjenigen der Rotbuche weitgehend deckungsgleich. Die meisten Vorkommen in den Alpenländern sind zwischen 300 bis 800 m ü. M. zu finden (Gollmann & Gollmann, 2012).

Wie auf der untenstehenden Verbreitungskarte (Abbildung 10) zu sehen ist, kommt die Gelbbauchunke in der Schweiz vor allem im Mittelland wie auch in den grossen Alpentälern vor. Vertreten ist sie hier durch die Nominatform *Bombina variegata variegata* (Meyer et al., 2014).

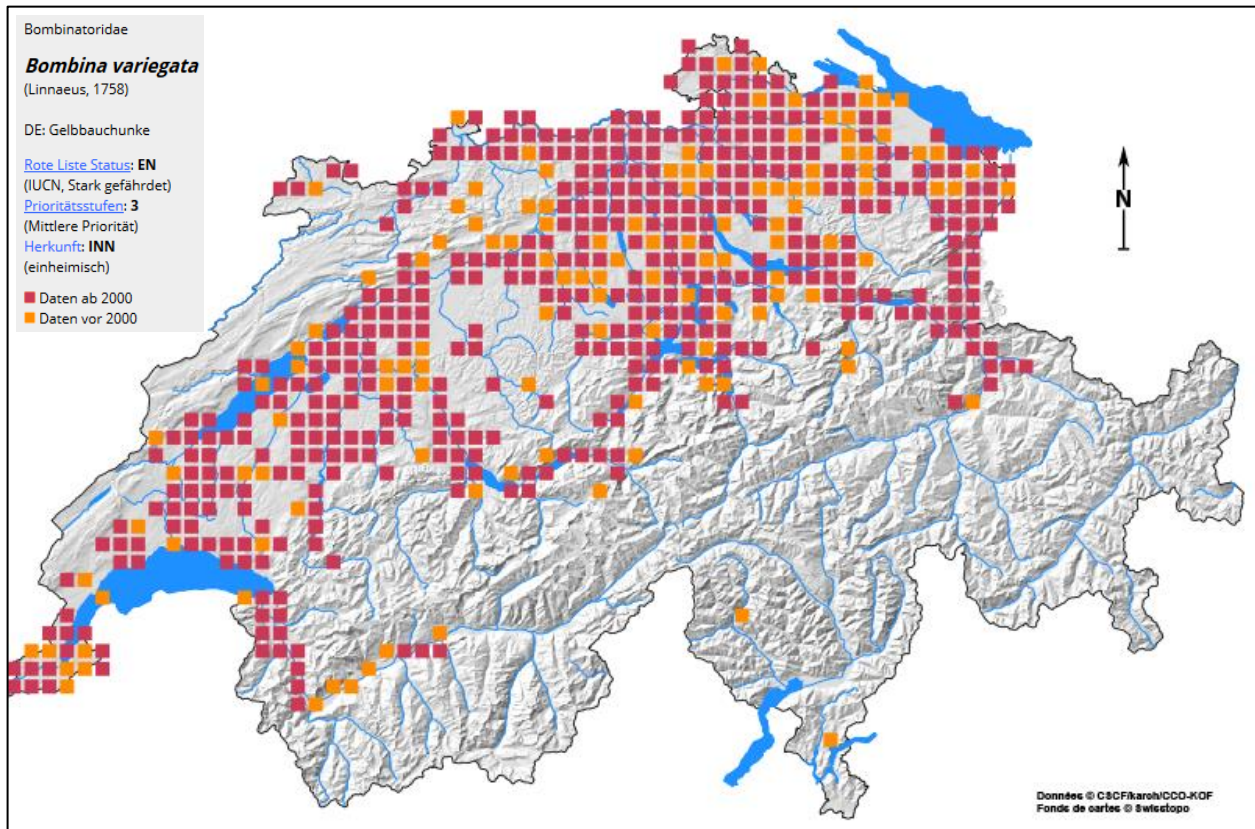


Abbildung 10: Verbreitungskarte der Gelbbauchunke in der Schweiz ((CSCF, kein Datum), verändert).

Die orangen Quadrate (Unkenfunde vor 2000 ohne späteren Nachweis) auf der obenstehenden Karte (Abbildung 10) zeigen auf, dass das Verbreitungsgebiet der Gelbbauchunken kleiner geworden ist, resp. dass sie aus manchen Regionen verschwunden sind. Wie die Gefährdungssituation im Detail aussieht, was die Ursachen dafür sind und welche Massnahmen ergriffen werden müssen, darauf wird im nachfolgenden Kapitel eingegangen.

### 2.1.6 Gefährdung und Schutz

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, gehört die Gelbbauchunke zu den gefährdeten Amphibienarten der Schweiz. Der Rückgang ist beträchtlich und daher sind Schutz- sowie Fördermassnahmen zum Erhalt der Art unerlässlich.

#### Gefährdungssituation in der Schweiz

Die Gelbbauchunke ist auf der Roten Liste der gefährdeten Amphibien der Schweiz als „stark gefährdet“ eingestuft (Schmidt & Zumbach, 2005). Die Bestände in der Schweiz sind gemäss

Meyer et al. (2014) stark rückläufig, im Wallis bereits kurz vor dem Aussterben und im Kanton Tessin gar schon vor über hundert Jahren erloschen. Der starke Rückgang der letzten Jahrzehnte hat dazu geführt, dass über 50 % der ursprünglichen Schweizer Vorkommen verschwunden sind (Meyer et al., 2014).

Das Verbreitungsgebiet der Gelbbauchunke ist zwar noch relativ gross, jedoch könnte die derzeitige Verbreitung der Art überschätzt sein. Dies hat mit der Langlebigkeit einzelner Tiere zu tun, die zwar über Jahre nachgewiesen werden können, aber keinen Fortpflanzungserfolg mehr erbringen. Bedenklich ist zudem, dass es zum Teil zu noch unerklärten Populationseinbrüchen gekommen ist (Schmidt & Zumbach, 2005).

Wie bei vielen Arten ist der Rückgang vorwiegend auf den Verlust der Lebensräume zurückzuführen. Durch Fliessgewässerbegradigungen, fehlende Dynamik, Trockenlegungen von Feuchtgebieten oder auch die Zerstörung von Kleinstgewässern mangelt es an geeigneten Gewässerkomplexen (Meyer et al., 2014). Durch die Meliorationen seit dem 19. Jahrhundert sind im Mittelland 90 % aller Feuchtgebiete (Meyer et al., 2014) und Flussauen verschwunden (Ewald & Klaus, 2010).

Ferner werden für die Gelbbauchunke wertvolle, jedoch unscheinbare Tümpel oft als unordentliche Pfützen angeschaut und nicht als unverzichtbare Fortpflanzungsgewässer erkannt (Mermod et al., 2011). Die durch den Klimawandel bedingte Verringerung der Niederschläge im Frühling und im Frühsommer könnte die Situation zusätzlich verschärfen (Nöllert et al., 2014). Eine weitere Ursache für den Rückgang ist die fehlende Vernetzung bzw. Isolation vieler Populationen (Mermod et al., 2011), was den Genaustausch zwischen Populationen sowie die Neubesiedlung eines Gebiets verunmöglicht (Gollmann & Gollmann, 2012).

Eine natürliche Dynamik, die ehemals in Auen, Feuchtgebieten und natürlichen Fliessgewässern immer wieder neue Laichgewässer schuf, fehlt heute weitgehend (Mermod et al., 2011). Die meisten aktuellen Vorkommen finden sich daher gemäss Nöllert et al. (2014) in von Menschen geschaffenen sogenannten Sekundärlebensräumen. Dazu zählen u. a. Bodenabbaugruben, militärische Übungsplätze oder Wälder. An solchen Standorten führen die menschlichen Aktivitäten (z. B. durch maschinelle Bodenbewegungen, Fahrzeugverkehr, den Bau von Wegen) zwar zu Beeinträchtigungen, jedoch ermöglichen sie zugleich die für Gelbbauchunken notwendige Dynamik. Wird die Nutzung aufgegeben, fehlt die künstliche Dynamik und der Erhalt dieser Lebensräume ist oft nur noch mit grossem Aufwand zu bewerkstelligen, da der natürlichen Sukzession Einhalt geboten werden muss (Nöllert et al., 2014).

## Schutz- und Fördermassnahmen

In der Schweiz ist die Gelbbauchunke durch das Natur- und Heimatschutzgesetz (Art. 18 NHG, 1966) sowie durch die dazugehörige Verordnung Art. 20 NHV (1991) geschützt. Des Weiteren stehen Laichgebiete von nationaler Bedeutung unter Schutz (AlgV, 2001). Um den Erhalt der Art garantieren zu können, reicht jedoch der Schutz nicht aus. Es müssen geeignete Lebensräume erhalten und gepflegt, aber auch neue geschaffen werden.

Beim Schutz und der Förderung ist der Erhalt von grossen, langjährigen Vorkommen vorrangig. Solche Teilpopulationen fungieren innerhalb einer Metapopulation als sogenannte Quellpopulationen (Mermod et al., 2011). Da die Fortpflanzung dort gut ist, wandern häufig Individuen ab und stellen so für andere Teilpopulationen eine Quelle dar (Angelone et al., 2012). Nach der Sicherung der Quellpopulationen sollen Laich- und Aufenthaltsgewässer in der näheren Umgebung geschaffen werden, welche der Ausbreitung und dem Austausch mit Nachbarvorkommen dienen. Erst in einem nächsten Schritt wird auf die Förderung und Vernetzung kleinerer Vorkommen abgezielt. Damit eine erfolgreiche Vernetzung erreicht werden kann, sollen neue Tümpelgruppen wenige hundert Meter bis maximal zwei Kilometer von bekannten Unkenvorkommen angelegt werden. Eine wichtige Rolle spielen auch Vernetzungselemente wie z. B. Fliessgewässer, Wassergräben, Hecken und Krautsäume oder Waldränder/-wege, die den Individuenaustausch erleichtern (Mermod et al., 2011).

In Bezug auf den Erhalt der Gelbbauchunkenpopulationen gilt den noch intakten Primärlebensräumen ein besonderes Augenmerk. Erhalten bleiben sollen Auenlandschaften und naturnahe Fliessgewässer, wo durch natürliche Dynamik fortlaufend neue Tümpel entstehen können. Auch feuchte Rutschhänge und Tümpel in Wäldern sind zu erhalten. Flachgewässer, die bei hohem Grundwasserstand entstehen, sind ebenfalls wertvoll und müssen allenfalls revitalisiert werden (Mermod et al., 2011).

Fehlt die natürliche Dynamik, muss eine auf die Gelbbauchunke abgestimmte Prozessdynamik nachgeahmt werden (Nöllert et al., 2014). Für eine erfolgreiche Fortpflanzung sind v. a. Gewässergruppen mit neuen, vegetationsfreien Laichgewässern geeignet. Daher sollten ca. alle drei Jahre neue Tümpel angelegt werden, ohne alle alten zu zerstören. Optimal sind Tümpelfelder mit unterschiedlich grossen ( $0.5 - 1.5 \text{ m}^2$ ) bzw. tiefen ( $0.2 - 0.6 \text{ m}$ ) Gewässern (Gollmann & Gollmann, 2012). Diese Gewässergruppen sind möglichst in Verbindung mit geeigneten Landlebensräumen und Winterquartieren anzulegen (Nöllert et al., 2014).

Nebst der Anlage neuer Gewässer sind Unterhalt und Pflege der vorhandenen Laichgewässer zentral. Um eine Verlandung der Tümpel zu verhindern, ist die Entfernung von aufkommendem Röhricht oder Wasserpflanzen unabdingbar, manuell oder maschinell mit einem Bagger. Ferner

muss Gehölz, welches die Laichgewässer beschattet, beseitigt werden. Alternativ kann der fortschreitenden Sukzession auch durch die Etablierung eines extensiven Weidesystems (je nach Standort Rinder oder Pferde, ev. auch Schafe oder Ziegen) begegnet werden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Laichgewässer während der Fortpflanzungszeit von den Weidetieren nicht als Tränke genutzt werden dürfen. Ansonsten drohen Trittbelastungen und vorzeitiges Austrocknen der Unkentümpel (Nöllert et al., 2014). In Bezug auf die Beweidung gilt es laut Zahn und Niedermeier (2004) zu bedenken, dass diese gegenüber mechanischen Eingriffen bei hochwüchsiger Vegetation schlechter abschneidet. Gewisse Pflanzenarten wie z. B. die Schwarzerle werden weniger verbissen, weshalb zusätzliche Eingriffe notwendig sein können.

Wie bei den meisten anderen Amphibienarten stellt der Wald einen wichtigen Lebensraum dar. Vernässte Waldbereiche und Tümpel gingen durch Meliorationen im vorletzten Jahrhundert verloren. Um der Gelbbauchunke wieder vermehrt Laichgewässer in Laub- und Laubmischwäldern zur Verfügung stellen zu können, sollen auch hier neue temporäre Tümpel entstehen. Erreicht werden kann dies durch maschinelle Forsteingriffe, welche Bodenverdichtungen mit sich ziehen (Rückegassen, Holzschleifspuren) (Mermod et al., 2011). Zudem soll die Strukturvielfalt im Wald erhöht werden, indem z. B. auf eine Einebnung der Wurzelteller und auf die Aufforstung auf Windwurfflächen verzichtet wird (Nöllert et al., 2014).

Generell kann gesagt werden, dass der kontinuierlichen Pflege und Neuerstellung von Tümpeln eine grosse Bedeutung zukommt, was Dietrich (2002) im Rahmen einer Studie in Baden-Württemberg nachweisen konnte: Die erfolgreiche Fortpflanzungsaktivität der Unken beschränkte sich fast ausschliesslich auf Gewässer, welche frisch erstellt oder ausgeräumt worden waren.

Nebst geeigneten Gewässern ist auch der Zustand des Landlebensraums zentral. So sind ausreichend Wärme, Feuchtigkeit und Versteckmöglichkeiten unerlässlich (Gollmann & Gollmann, 2012). Der Landlebensraum sollte maximal in 50 m Distanz zu den Gewässern liegen und naturnah sein. Geeignet sind Ruderalflächen, teilweise bewachsene Rohbodenflächen, Krautsäume, Gebüschgruppen, Waldränder oder Wälder. Als Unterschlupfmöglichkeiten dienen u. a. Steine, Asthaufen, liegendes Totholz, Wurzelteller sowie dichte, bodendeckende Vegetation wie z. B. Brombeeren (Mermod et al., 2011). Der Landlebensraum sollte idealerweise im Wald, in Waldnähe oder bei grösseren Gehölzgruppen liegen (Niekisch, 1996).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sowohl der Erhalt von bestehenden Unkenlebensräumen, die Erstellung neuer Lebensräume, Unterhaltmassnahmen sowie die Vernetzung der (Teil-)Populationen für die Erhaltung der Art unabdingbar sind. Anzuführen bleibt, dass für die Schutzstrategie eine Bestandesüberwachung in Form eines kontinuierlichen Monitorings aller bekannter Vorkommen notwendig ist (Nöllert et al., 2014). So können der Erfolg des Managements

resp. der durchgeführten Massnahmen überprüft und die Überlebensfähigkeit der Populationen eingeschätzt werden (Abbühl, 1997).

## 2.2 Smaragdgebiet Oberaargau

„Smaragd“ (resp. „Natura 2000“ für EU-Staaten) ist der Name eines paneuropäischen Schutzgebiet-Netzwerkes, welches 1989 vom Europarat lanciert wurde. Es ermöglicht den Schutz diverser europäischer gefährdeter Tier- und Pflanzenarten, deren Verbreitungsgebiet sich über mehrere Länder erstreckt oder die auf ihren jährlichen Wanderungen den Kontinent durchqueren. Für das Netzwerk wurden Arten sowie Lebensräume definiert, für die Europa eine besondere Verantwortung trägt. Diese bedürfen besonderen Schutzmassnahmen und jeder europäische Staat ist dazu aufgefordert, diese zu bezeichnen und zu schützen (Delarze et al., 2003).

Damit ein Gebiet ins Smaragd-Netzwerk aufgenommen werden kann, müssen Smaragd-Arten und Smaragd-Lebensräume darin vorkommen; in der Schweiz sind an die 140 Pflanzen- und Tierarten sowie 43 Lebensräume als Smaragd-Arten resp. -Lebensräume bezeichnet. Dem Europarat wurden 37 Gebiete in der Schweiz vorgeschlagen, welche alle im Jahr 2002 anerkannt und ins Netzwerk aufgenommen wurden (BAFU, 2012).

Das mit 115 km<sup>2</sup> grösste Smaragdgebiet der Schweiz liegt im Oberaargau und erstreckt sich über die Kantone Aargau, Bern, Luzern und Solothurn, sowie über insgesamt 19 Gemeinden. Die Region ist geprägt durch Ackerbau sowie eine hohe Siedlungsdichte. Die Lebensraumvielfalt ist daher beschränkt und Grenzertragsböden sind nur selten anzutreffen. Wo Letztere vorhanden sind, findet man Wälder oder auch Kies- und Lehm-Abbaustellen. Ebenfalls geprägt ist die Landschaft durch die Aare, die mehrere Staustufen aufweist, sowie durch die kleineren, vorwiegend naturnahen Flüsse Langete, Murg, Önz und Rot, die mäandrierend durch die Landschaft fliessen. Eine weitere Charakteristik der Region sind die Wässermatten. Hierbei handelt es sich um Wiesen mit künstlich erstellten Gräben, die zur Bewässerung genutzt werden. Die Wässermatten wie auch das Aareknie bei Wolfwil/Wynau sind beide BLN-Gebiete (Hedinger et al., 2015); es handelt sich also um wertvolle Landschaften der Schweiz, welche im Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung (BLN) verzeichnet sind (Anhang VBLN, 1977).

Obwohl die Landschaft weitgehend ausgeräumt ist, kommen im Smaragdbiet Oberaargau viele seltene Tier- und Pflanzenarten vor (Hedinger et al., 2015). Darunter finden sich mindestens 17 in Europa gefährdete Arten: Gelbbauchunke (*Bombina variegata*), Kammmolch (*Triturus cristatus*), Helm-Azurjungfer (*Coenagrion mercuriale*), Dohlenkrebs (*Austopotamobius pallipes*), Bachneunauge (*Lampetra planeri*), Schleiereule (*Tyto alba*), Turmfalke (*Falco tinnunculus*), um nur einige zu nennen (Verein Smaragd-Gebiet Oberaargau, kein Datum).

### 2.2.1 Aufwertungsprojekt 2009 – 2014

Der Verein Smaragdgebiet Oberaargau hat sich zum Ziel gesetzt, die Besonderheiten der Region durch die Förderung einer vielfältigen wie auch attraktiven Natur und Landschaft zu stärken und zu entfalten. Er erarbeitete ein umfassendes Projekt und reichte 2008 ein Gesuch beim Bundesamt für Landwirtschaft ein (Hedinger et al., 2015), da „[...] regionale und branchenspezifische Projekte zu einer Verbesserung der Nachhaltigkeit in der Nutzung natürlicher Ressourcen [...]“ (Art. 77 LWG, 1998) vom Bund unterstützt werden.

Das Aufwertungsprojekt konnte bereits 2009 mit einem Bündel an Massnahmen starten. Hauptziel war es, seltene Tier- und Pflanzenarten, die im Verantwortungsbereich der Landwirtschaft stehen, langfristig zu erhalten und zu fördern. Zwischen 2009 und 2014 wurden rund 320 Aufwertungsmassnahmen für die gewählten Zielarten umgesetzt, welche auch anderen Pflanzen- und Tierarten zugutekommen. Einen Überblick über die umgesetzten Massnahmen gibt der nachfolgende Auszug aus dem technischen Bericht zu den Aufwertungsmassnahmen (Hedinger et al., 2015):

- „Biber: 11 ha Pufferstreifen und 1 ha Weidenkulturen zur Schadensprävention.
- Helm-Azurjungfer: Libellengerechter Unterhalt der Gewässersohle durch alle 5 betroffenen Gemeinden, 10 ha spezifisch gepflegte Pufferstreifen an den Wiesengraben.
- Kammolch, Geburtshelferkröte, Gelbbauchunke: rund 70 neue Gewässer inkl. Landlebensräume
- Turmfalke, Schleiereule: 42 Landwirtschaftsbetriebe mit Nistkasten und entsprechenden Strukturelementen.
- Gartenrotschwanz: 32 Landwirtschaftsbetriebe mit Nistkasten im Obstgarten und spezifisch gepflegten Strukturelementen.
- Feldlerche: 27 kombinierte Einheiten von Biodiversitätsförderflächen und Lerchenfenstern im Ackerbau.
- 3 seltene Smaragdpflanzen: 32 Auspflanzungsstandorte mit Pflegevertrag.
- Stützbesatz von Fischen (Strömer, Schneider) und Dohlenkrebs.
- Infokampagnen zu Dohlenkrebs, Güllensicherheit, Biber.
- 45 Infotafeln und ein Strauss von Massnahmen der Begleitkommunikation“ (Hedinger et al., 2015).

Bewirtschafter und Eigentümer konnten auf freiwilliger Basis im Projekt mitmachen. Alle umgesetzten Massnahmen wurden durch Bewirtschaftungsverträge sowie die Abgeltung durch Beiträge gesichert. Die Verantwortung für die Pflege und langfristige Erhaltung wurde nach der Aufwertungsphase durch die Kantone übernommen (Hedinger et al., 2015).

## 2.2.2 Die Gelbbauchunke im Smaragdgebiet

Wie vorangehend erwähnt, wurden auch für die Gelbbauchunke Aufwertungsmassnahmen geplant und umgesetzt. Für deren Standortwahl war die Verbreitung der Unken vor dem Projekt zentral. Auf der nachfolgenden Karte (Abbildung 11) sind alle Standorte eingezeichnet, an denen Unken zwischen 1981 und 2008 (CSCF, 2016) gesichtet wurden.

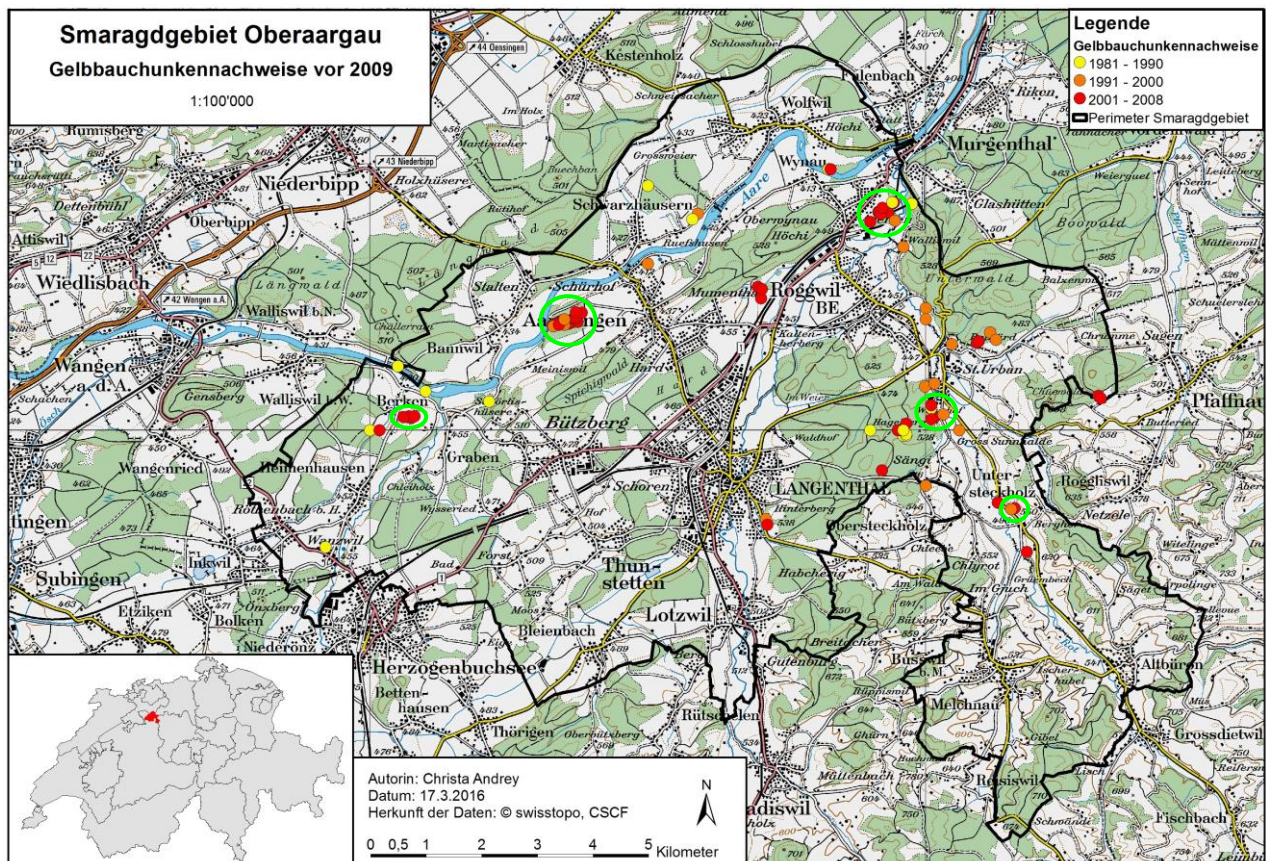


Abbildung 11: Standorte der Gelbbauchunkennachweise im Smaragdgebiet Oberaargau vor den Aufwertungsmassnahmen (grün eingekreist: wichtigste Populationen) (CSCF, 2016).

Auf der Karte wird ersichtlich, dass wichtige Unkenpopulationen (in Abbildung 11 grün eingekreist) im Smaragdgebiet in mehreren Abbaugruben lokalisierbar waren (resp. immer noch sind), so in den Kieswerken bei Berken, Aarwangen, Wynau und Unter Berghof sowie bei der Ziegelei Roggwil. Untersuchungen von Lüscher et al. (2009) zeigten, dass im Jahr 2006 nur noch im Kieswerk Risi sowie der Ziegelei Roggwil grosse Populationen zu finden waren.

Wie bereits im Kapitel 2.1.5 erwähnt, sind die Bestände der Gelbbauchunke schweizweit rückläufig (Meyer et al., 2014). Hedinger et al. (2015) schreiben in Bezug auf den Oberaargau von einem dramatischen Rückgang. Bei der Hälfte der Vorkommen handelt es sich um sehr kleine Populationen. Zudem sind die bestehenden Vorkommen meist isoliert (Lüscher et al., 2009). Dem Oberaargau kommt in der gesamtschweizerischen Verbreitung eine wichtige Funktion als Bindeglied zwischen den Seeländer und den Nordostschweizer Vorkommen zu (Hedinger et al., 2015).

Im beschriebenen Aufwertungsprojekt (Kapitel 2.2.1) wurden für jede Zielart spezifische Einzelziele sowie Massnahmen ausgearbeitet, die in einer Zwischenevaluation nach drei Jahren überprüft und allenfalls angepasst wurden (Hedinger et al., 2015). Für die Gelbbauchunke wurden sie wie folgt definiert:

- „Alle aktuellen Populationen der Gelbbauchunke bleiben erhalten, wachsen an oder behalten mindestens die aktuelle Grösse bei. Ihre Lebensräume werden so aufgewertet, dass die einzelnen Populationen längerfristig stabilisiert werden können.
- 80 % der bestehenden Populationen erhalten bis 2014 jeweils mindestens einen für Unken gut geeigneten Nachbarlebensraum im Umkreis von 1km.
- An mindestens 45 Standorten sind Aufwertungen für Unken realisiert.
- Die auf Gelbbauchunken ausgerichtete, regelmässige Pflege und Umgestaltung aller bestehenden und neu erstellten Gebiete ist geregelt und durch Verträge gesichert.“ (Hedinger et al., 2015)

Um die bestehenden Populationen sichern zu können, waren ursprünglich Förderprogramme in den verschiedenen Abbaugruben geplant. Da sich die Stiftung Landschaft und Kies gegen schriftliche Vereinbarungen entschieden hat, konnten für mehrere Gruben nur Absprachen getroffen und Anregungen gemacht werden. Im Aufwertungsprojekt wurden schliesslich an insgesamt 59 Standorten neue Tümpel für die Gelbbauchunke erstellt. Nur vier Aufwertungsstandorte mussten aufgegeben werden, da sie zu wenig lang Wasser führten, nicht dicht genug waren und/oder der Vegetationsdruck zu gross war. Von den weiterverfolgten Standorten wurden 24 im Wald (WA) sowie 31 auf Landwirtschaftsflächen (LW) realisiert (Karte siehe Kapitel 3.1 Abbildung 14). Zentral für die langfristige Sicherung der Unken-Tümpel sind Unterhaltsmassnahmen, die jährlich oder alle zwei Jahre realisiert werden. Daher wurden 2013 oder 2014 an 18 Aufwertungsstandorten bereits Unterhaltsarbeiten umgesetzt (Hedinger et al., 2015).

Die Aufwertungsarbeiten haben erste Erfolge gezeigt. 13 Standorte wiesen bereits vor den Aufwertungsmaßnahmen Unkenvorkommen auf, wobei an neun ein Populationszuwachs resp. eine Stabilisierung festgestellt wurde. Ferner wurden an fünf zuvor nicht besiedelten Aufwertungsstandorten Gelbbauchunken nachgewiesen. Generell kann gesagt werden, dass sich die Habitat-Bedingungen der wichtigen Unkenpopulationen im Smaragdgebiet mindestens nicht verschlechtert, z. T. gar verbessert haben. Dennoch wurden an vier Standorten keine Gelbbauchunken mehr beobachtet. Eine abschliessende Beurteilung der Besiedlung kann erst 2016 anhand der Wirkungskontrolle gemacht werden (Hedinger et al., 2015).

### 3 Material und Methoden

#### 3.1 Untersuchungsgebiet

Für die vorliegende Arbeit im Rahmen Wirkungskontrolle zu den Aufwertungsmassnahmen für die Gelbbauchunke im Smaragdgebiet Oberaargau wurden die Standorte, an denen Tümpel für die Unke aufgewertet oder neu erstellt wurden, untersucht. An zwei Standorten (LW28 & LW34) wurde bei der Vorbegehung festgestellt, dass die Tümpel nicht (mehr) funktionieren, d. h. kein Wasser führten resp. zugewachsen sind. Insgesamt wurden schliesslich 54 Standorte in die Untersuchung miteinbezogen. Eine Auflistung dazu findet sich in Tabelle 1. Nebst den geografischen Standortinformationen sind der Tabelle auch das Umsetzungsjahr der Massnahmen sowie die Anzahl untersuchter Tümpel zu entnehmen. An manchen Standorten waren noch weitere Tümpel erstellt worden, jedoch sind diese entweder zugewachsen oder führen kein Wasser und wurden daher nicht berücksichtigt. Die aufgeführte Anzahl bezieht sich somit auf die effektiv untersuchten Tümpel am jeweiligen Standort, insgesamt sind es 233.

Tabelle 1: Untersuchungsstandorte 2016. Aufgeführt sind nebst den geografischen Standortinformationen auch das Umsetzungsjahr sowie die Anzahl Tümpel. Durchgestrichen sind LW28 und LW34, die keine funktionierenden Tümpel aufwiesen und daher nicht untersucht wurden (LW = auf Landwirtschaftsland, WA = im Wald).

Nr.	Gemeinde	Kanton	X-Koordinaten	Y-Koordinaten	Lokalname	Umsetzungsjahr	Anz. Tümpel
LW1	Aarwangen	Bern	626715	232580	Mumenthal Egger	2010	3
LW 3	Langenthal	Bern	628130	230525	Weihermatt Langenthal	2010	2
LW 5	Aarwangen	Bern	622790	231170	Meinwil Kohler	2011	4
LW 6	Aarwangen	Bern	626630	232530	Mumenthal Gerber	2011	4
LW 9	Altbüron	Luzern	632150	227500	Grüembach	2011	1
LW 10	Graben	Bern	622240	230530	Gsol Gränicher	2012	2
LW12	Pfaffnau	Luzern	631850	227680	Äschweiher	2013	11
LW13	Murgenthal	Aargau	630960	231590	Trübelbachweiher	2013	16
LW14	Pfaffnau	Luzern	633115	230605	Grünenbode	2013	7
LW15	Pfaffnau	Luzern	631455	231600	Chrumme	2013	1
LW16	Pfaffnau	Luzern	630340	231685	Steinibächli	2013	5
LW17	Pfaffnau	Luzern	630200	230325	Winkelmatte	2013	1
LW18	Pfaffnau	Luzern	631030	230340	Stempech	2013	4
LW19	Melchnau	Bern	631940	227340	Leiterlimatt	2013	5
LW20	Heimenhausen	Bern	619515	228010	Schwerzi	2013	2
LW22	Pfaffnau	Luzern	631365	228520	unter Berghof St. Urban	2013	1
LW25	Roggwil	Bern	627350	231270	Brüel	2013	3
LW26	Langenthal	Bern	630770	229680	Grossmatt	2013	1
<del>LW28</del>	<del>Pfaffnau</del>	<del>Luzern</del>	<del>630950</del>	<del>229550</del>	<del>Rot/Grossmatte</del>	<del>2014</del>	<del>0</del>
LW29	Murgenthal	Aargau	629940	232050	Rötelmatt	2014	3
LW30	Roggwil	Bern	630190	231120	Rot/Chlostermatte	2014	4
LW31	Roggwil	Bern	630050	231090	Ziegeleistr./Senneweid	2014	4
LW32	Roggwil	Bern	629680	231020	Moos	2014	3
LW33	Melchnau	Bern	630650	225400	Möösli	2014	1
<del>LW34</del>	<del>Altbüron</del>	<del>Luzern</del>	<del>631890</del>	<del>227530</del>	<del>Paradiesli</del>	<del>2014</del>	<del>0</del>
LW35	Altbüron	Luzern	632120	226810	Grüempechmatte	2014	2
LW36	Altbüron	Luzern	631950	227180	Rotmatte	2014	2
LW37	Altbüron	Luzern	631970	227060	Cholbrünnli	2014	1
LW38	Altbüron	Luzern	632310	226490	Grüempechmatte	2014	3
LW40	Roggwil	Bern	629005	233635	Birralde	2014	1
LW42	Niederönz	Bern	619040	226445	Mühle Niederönz	2014	1
WA2	Aarwangen	Bern	623800	232200	Auffüllungsfläche Risigrube	2014	28

Tabelle 1: Untersuchungsstandorte 2016. Aufgeführt sind neben den geografischen Standortinformationen auch das Umsetzungsjahr sowie die Anzahl Tümpel (LW = auf Landwirtschaftsland, WA = im Wald). (Fortsetzung)

Nr.	Gemeinde	Kanton	X-Koordinaten	Y-Koordinaten	Lokalname	Umsetzungsjahr	Anz. Tümpel
WA3	Berken	Bern	619950	231180	Berken BKW	2011	5
WA4	Langenthal	Bern	629720	229310	Sängi	2012	3
WA5	Langenthal	Bern	629340	229800	Probierloch	2012	4
WA6	Langenthal	Bern	628720	230850	Moos Langenthal	2010	4
WA9	Lotzwil	Bern	627570	227700	Hambüel Lotzwil	2011	8
WA10	Roggwil	Bern	629950	230570	oberhalb Ziegelei	2010	6
WA11	Roggwil	Bern	629080	230320	Stäckholzer Roggwil	2010	4
WA12	Roggwil	Bern	629660	230120	Hagelberg Roggwil	2010	6
WA15	Wynau	Bern	628180	233480	Schneckenafel Wynau	2010	1
WA17	Wynau	Bern	627500	233000	Kanal Wynau	2011	2
WA18	Wynau	Bern	626720	233025	Wynau Wald	2010	4
WA20	Wynau	Bern	628240	234040	Gsteig Wynau	2010	3
WA21	Pfaffnau	Luzern	631735	230910	Mösli/Chüewald	2010	10
WA22	Pfaffnau	Luzern	631590	229630	Sunnhaldewald	2010	4
WA23	Pfaffnau	Luzern	633225	231225	Sagerhöchi	2011	3
WA24	Wolfwil	Solothurn	628745	234755	Haselwoog	2011	3
WA25	Wolfwil	Solothurn	628200	234745	Chli Aarli Unkentümpel	2011	2
WA26	Wolfwil	Solothurn	627970	234780	Mattenhof Doppelweiher	2011	1
WA32	Murgenthal	Aargau	629760	233250	Aufforstungsfläche	2012	3
WA33	Murgenthal	Aargau	630210	231930	St. Urban	2012	6
WA34	Murgenthal	Aargau	630040	232180	S Sagi	2013	2
WA35	Murgenthal	Aargau	631300	231640	Chlosterwald	2013	9
WA35.1	Murgenthal	Aargau	631210	231745	Chlosterwald	2013	7
WA36	Murgenthal	Aargau	631240	231810	Chlosterwald	2013	5

totale Anzahl Tümpel: 233

Die Aufwertungsstandorte liegen gemäss Hedinger et al. (2015) in maximaler Distanz von 1.5 km zu aktuellen Unkenvorkommen, nur bei wenigen Ausnahmen ist die Distanz grösser. Ausser bei drei Tümpeln oder Tümpelgruppen konnte auf eine künstliche Abdichtung des Untergrunds verzichtet werden, da dieser natürlicherweise dicht genug war. An zwei Standorten (LW5 & LW25) wurden Badewannen und Folien (Abbildungen 12 & 13), an einem Standort (WA2) eine Lehm-linse als Abdichtung eingebracht (Hedinger et al., 2015).



Abbildung 12: Eine Badewanne, die am Standort LW25 als Abdichtung eines Unkentümpels eingesetzt wurde (Foto: Ch. Andrey, 4.5.2016).



Abbildung 13: Für dieses Unkengewässer am Standort LW25 wurde eine Folie als Abdichtung verwendet (Foto: Ch. Andrey, 4.5.2016).

Eine Übersichtskarte (Abbildung 14) zu den untersuchten Standorten findet sich auf der nachfolgenden Seite.

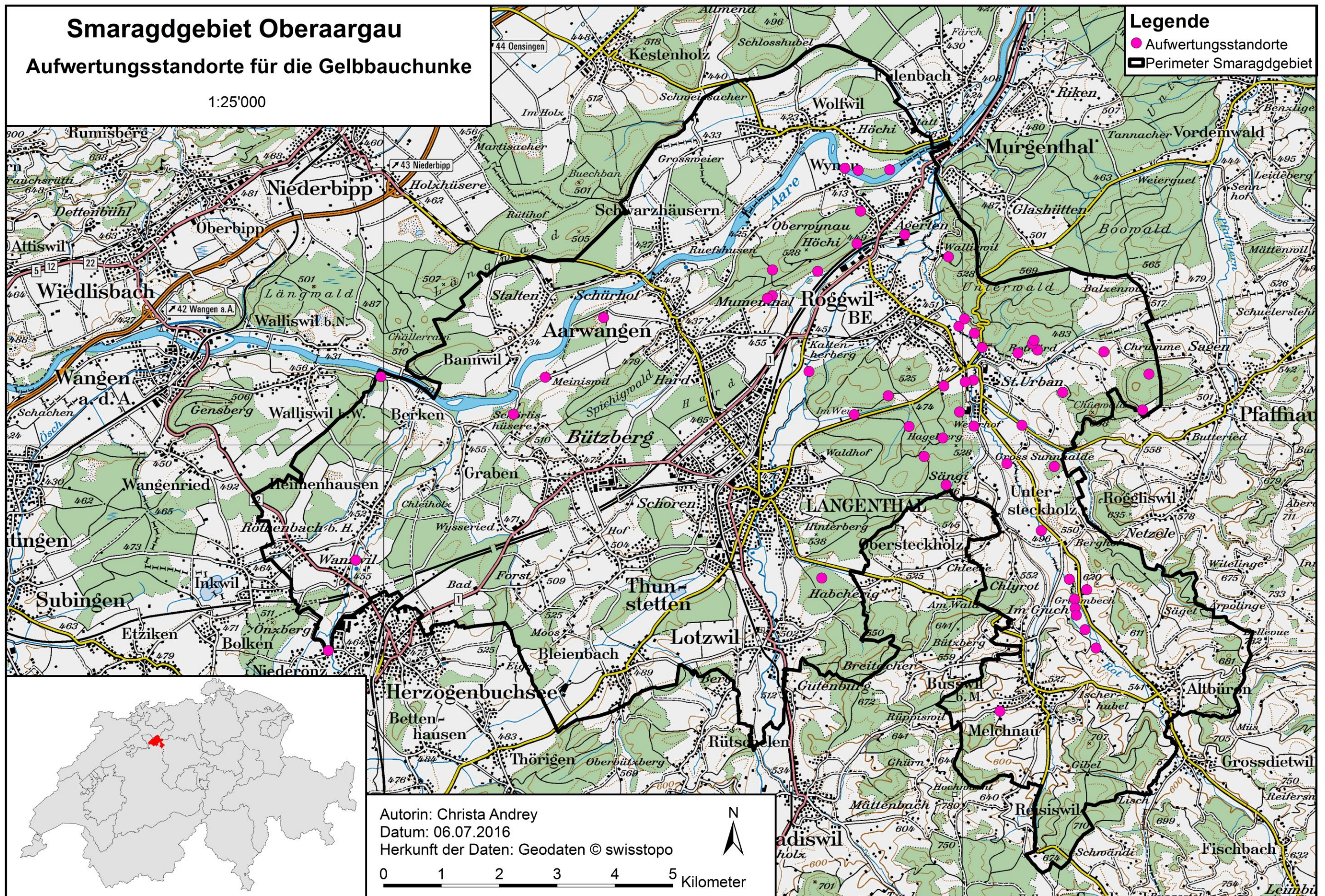


Abbildung 14: Übersichtskarte zu den 54 untersuchten Aufwertungsstandorten für die Gelbbauchunke im Smaragdgebiet Oberaargau.

### 3.2 Habitatanalyse der Laichgewässer und ihrer Umgebung

Anhand einer Literaturrecherche, deren Inhalte im Kapitel 2.1.1 zusammengefasst sind, wurden verschiedene Parameter zusammengestellt, die in Bezug auf Gelbbauchunken-Laichgewässer und deren Umgebung relevant sind. Für die Felduntersuchungen wurde anschliessend ein Erfassungsbogen ausgearbeitet. Pro Standort wurde im Feld ein Protokollblatt ausgefüllt und die Parameter wurden, sofern möglich, pro Tümpel erhoben. An Standorten mit mehreren Laichgewässern wurde zusätzlich eine Skizze erstellt. Des Weiteren wurden Fotos der Einzeltümpel sowie der Tümpelgruppen aus zwei Himmelsrichtungen gemacht, um den Zustand der aufgewerteten oder neu erstellten Unkengewässer zu dokumentieren.

Die Kartierungen für die Habitatanalyse fanden vom 16. April bis 4. Mai tagsüber statt. Dabei wurden die nachfolgenden Parameter erhoben (Tabelle 2; exkl. Distanz zu Wald und zu Unkenvorkommen):

Tabelle 2: Parameter mit Definitionen

Parameter		Abkürzung	Definition
Anzahl Tümpel		Anz_Tue	Anzahl Tümpel am Standort
Besonnung		Beso	Anzahl Stunden Sonneneinstrahlung am Standort pro Tag (Messung mit Sonnenkompass, Mittelwert der Monate April bis Juli)
Gewässer- ausmasse	Gewässergrösse	Gr	Gewässergrösse [m <sup>2</sup> ]
	Gewässerlänge	L	max. Gewässerlänge [m]
	Gewässerbreite	B	mittlere Gewässerbreite [m]
	Gewässertiefe	T	gemessene, maximale Gewässertiefe [cm] 4 Klassen: 1 = 1 – 10 cm 2 = 11 – 20 cm 3 = 21 – 30 cm 4 = > 30 cm
Gewässergrund		GGrund	1 = Lehm/Schlick/Sand/verdichteter Humus 2 = Steine/Kies 3 = Kies/Sand 4 = Sand
Trübung		Trueb	0 = klar 1 = trueb
Pflanzenbe- wuchs	Unterwasserpflanzen	UW	Deckungsgrad in % an Unterwasserpflanzen
	Schwimblattpflanzen	SB	Deckungsgrad in % an Schwimblattpflanzen
	Röhricht	Roe	Deckungsgrad in % an Röhricht
	seichtwasser- tolerante Pflanzen	SW	Deckungsgrad in % an seichtwassertoleranten Pflanzen (Sumpfpflanzen wie Bachbunze, Froschlöffel etc.)
	Pflanzenbewuchs	Bew	Deckungsgrad in % (UW, SB, Roe und SW aufsummiert)
Distanz zu Wald		Dist_Wald	Distanz zum nächstgelegenen Wald [m]
Distanz zu Unkenvorkommen		Dist_Vorkomm	Distanz zum nächsten Unkenvorkommen (= Unkennachweis) [m]

Nicht im Feld, sondern auf Luftbildern von Swisstopo (Schweizerische Eidgenossenschaft, kein Datum), wurde für jeden Standort die Distanz zum nächstgelegenen Wald gemessen. Des Weiteren wurde die Distanz zum nächsten Unkenvorkommen (= Unkenmeldung) in ArcGIS (Esri Inc., 2014) mit dem Werkzeug „near“ berechnet. Hierfür berücksichtigt die vorliegende Studie Gelbbauchunkenmeldungen von 2006 bis 2015 (CSCF, 2016; Lüscher, 2016).

### 3.3 Erfassung der Unken und ihrer Entwicklungsstadien

Die Felderhebungen zur Erfassung der Unken und ihrer Entwicklungsstadien wurden vom 16. April bis zum 23. Juni 2016 durchgeführt. Jeder der 233 Tümpel an den 54 Standorten wurde einmal tags (zw. 16.4. und 4.5.16) und zweimal nachts (zw. 6.5. und 23.6.16) aufgesucht. Die Nachtbegehungen fanden jeweils frühestens nach Sonnenuntergang bis spätestens um 1.00 Uhr statt, meist endeten sie bereits kurz nach Mitternacht. Laut Schlüpmann und Kupfer (2009) ist der beste Zeitpunkt für Sichtbeobachtungen von Amphibien nachts ab Sonnenuntergang bis ca. um Mitternacht. Rufaktive Gelbbauchunkenmännchen können dann auch verhört werden (siehe Kapitel 2.1.4).

Vor jeder Feldbegehung wurde die Lokalprognose des Wetters inkl. Temperatur über den Wetterdienst des SRF (2016) konsultiert. Twelbeck (2004) erachtet Lufttemperaturen von mindestens 12° Celsius (optimalerweise > 15°) als günstig, daher fanden Feldbegehungen nur statt, sofern mindestens 12° C prognostiziert waren. Sanken die Temperaturen im Verlauf eines Abends unter 12° C, wurden keine weiteren Standorte mehr kartiert. Da sich Unken in windigen Nächten eher verstecken und sich die Auffindwahrscheinlichkeit der Tiere verringert (Tanadini & Schmidt, 2011), wurden Kartierungen zudem nur bei möglichst windstillen Verhältnissen durchgeführt.

Sichtbeobachtungen, Keschern und Verhören dienten der Erfassung der Art. Für die Sichtbeobachtungen wurden die Tümpel sowie die Ufer mit einer Taschenlampe abgeleuchtet und Laich, Larven sowie die subadulten und adulten Unken gezählt und pro Tümpel notiert. Die Sichtbeobachtungen wurden im Sinne einer qualitativen Untersuchung (Präsenz/Absenz) durchgeführt, wie dies Schlüpmann und Kupfer (2009) vorgeschlagen. Die Anzahl gesichteter Individuen wurde zwar erfasst, liefert jedoch keine verlässlichen Hinweise auf die Abundanz der Tiere.

Zusätzlich wurde ein Kescher benutzt, um Larven im Laichgewässer zu fangen. Dies einerseits um sie zu bestimmen und somit die Art sicher nachweisen zu können. Andererseits wurde der Kescher auch verwendet, da die Larven in trüben Tümpeln durch Sichtnachweis maximal beim Auftauchen erfassbar sind. Die Kaulquappen wurden nach der Bestimmung umgehend wieder freigelassen. Da es sich auch hier um eine qualitative Untersuchung handelt, wurden die Gewässer nicht systematisch abgekeschert.

Das Verhören bei Unken ist gemäss Schlüpmann und Kupfer (2009) eine sehr geeignete Erfassungsmethode, weswegen sie ergänzend zur Sichtbeobachtung miteinbezogen wurde. Da die Lokalisierung von rufenden Männchen und somit auch die Zuordnung zu einem der Tümpel schwierig gewesen wären, wurde die Anzahl rufender Tiere pro Standort gezählt.

Als Präsenznachweis zählte jedes Entwicklungsstadium der Unken, als Fortpflanzungsnachweis Laich und Larven (Metamorphlinge konnten im Untersuchungszeitraum keine erfasst werden).

### 3.4 Aufbereitung der Daten

Für die anschliessende statistische Auswertung wurden die Daten der Felderhebungen für die entsprechende Fragestellung aufbereitet resp. zusammengefasst. Für die Analyse der Parameter, die in Bezug auf die (Neu-)Besiedlung relevant sein könnten, dienten die Werte der Standorte (N = 54) als Datengrundlage. Einbezogen wurden die Besonnung, die Distanz zum Wald und zum nächsten Unkenvorkommen. An Standorten, wo auf Grund grösserer Distanz zwischen Tümpeln oder Tümpelgruppen Werte pro Teilstandort erhoben wurden (z. B. LW13), wurde der Durchschnitt dieser Werte berechnet. Nebst den drei genannten Parametern wurde zudem die Gesamtwasserfläche (WF\_Tue) der Tümpel am Standort berechnet, indem die Gewässergrössen (Gr) aufsummiert wurden.

Für die Auswertung der Tümpelparameter, welche für eine allfällige Fortpflanzung ausschlaggebend sein könnten, wurden keine Werte zusammengefasst, sondern alle Tümpel einzeln (N = 233) einbezogen. Berücksichtigt wurden folgende Parameter: Besonnung, Gewässergrösse, –länge, –breite und –tiefe und der Bewuchs (Unterwasserpflanzen, Schwimmblattpflanzen, Röhricht und seichtwassertolerante Pflanzen; einzeln und aufsummiert).

### 3.5 (Statistische) Auswertung

Die Auswertungen wurden, sofern möglich, mittels statistischen Analysen in RStudio (RStudio Inc., 2013) programmiert und durchgeführt. Für die Tests wurde ein Signifikanzniveau von 5 % definiert.

Um die Frage beantworten zu können, welche Standortparameter für eine Besiedlung durch Unken ausschlaggebend sind, wurden die Variablen mit dem generalisierten linearen Modell (GLM), d. h. mit logistischen Regressionen, statistisch ausgewertet.

Um allfällige Wechselwirkungen der Standortparameter untereinander eruieren zu können, wurde ein Korrelationstest nach der Methode „Spearman“ durchgeführt. Einbezogen wurden nur Standorte mit Unkenachweis.

Welche Standortparameter für eine Neubesiedlung massgebend sind, konnte auf Grund der zu geringen Datengrundlage (lediglich vier neu besiedelte Standorte siehe Kapitel 4) nur deskriptiv dargelegt, nicht jedoch statistisch ausgewertet werden. Auch für die Beantwortung der Frage, welche Tümpel Eigenschaften zentral sind, damit ein Gewässer zur Fortpflanzung genutzt wird, musste auf eine statistische Auswertung verzichtet werden. Dies da nur in wenigen Tümpeln ein Fortpflanzungsnachweis erbracht werden konnte (nur 18 von 233 Tümpeln siehe Kapitel 4.2.1).

## 4 Ergebnisse

Bei den Kartierungen von 2016 konnten an insgesamt 12 der 54 (= N) Standorte Gelbbauchunken nachgewiesen werden. An vier Standorten (LW17, WA2, WA35, WA35\_1) wurde zudem ein Fortpflanzungsnachweis erbracht (siehe Tabelle 3). Ein Vergleich der erhobenen Daten mit den Unkenmeldungen aus den Vorjahren zeigt, dass an den Standorten LW26, LW31 und LW40 im Jahr 2016 erstmals Gelbbauchunken gesichtet wurden. Die drei genannten Standorte gelten zusammen mit LW5 als Neubesiedlungen seit den Aufwertungen für die Unke. Im Gegensatz dazu konnte an den Standorten LW12, WA5 und WA25 seit der jeweiligen Aufwertung und an WA36 im Jahr 2016 kein Nachweis mehr erbracht werden. Die Neubesiedlungen an LW22, WA1 sowie WA33 konnten 2016 nicht mehr bestätigt werden. Die detaillierten Gelbbauchunken-Erhebungsdaten von 2016 finden sich in Anhang III.

Tabelle 3: Übersicht zu den Unkennachweisen (x) an den Aufwertungsstandorten (Gelbbauchunkennachweise: „davor“ = vor den Aufwertungen am jeweiligen Standort; „seit Aufwertung bis 2015“ = min. ein Nachweis in den Jahren seit der Aufwertung bis 2015; 2016 = Nachweise der vorliegenden, zweiten Wirkungskontrolle; \* = 2016 mit Fortpflanzungsnachweis; grau markiert = Standorte mit Nachweis in min. einem der Zeiträume).

Gelbbauchunkennachweise					Gelbbauchunkennachweise				
Standort	Aufwertungs-jahr	davor	seit Aufwertung bis	2016	Standort	Aufwertungs-jahr	davor	seit Aufwertung bis	2016
LW1	2010				LW40	2014			x
LW3	2010				LW42	2014			
LW5	2011		x	x	WA2	2014	x	x	x*
LW6	2011				WA3	2011			
LW9	2011				WA4	2012			
LW10	2012				WA5	2012	x		
LW12	2013	x			WA6	2010			
LW13	2013	x	x	x	WA9	2011			
LW14	2013	x	x	x	WA10	2010	x	x	x
LW15	2013				WA11	2010			
LW16	2013				WA12	2010	x	x	x
LW17	2013	x	x	x*	WA15	2010			
LW18	2013				WA17	2011			
LW19	2013				WA18	2010		x	
LW20	2013				WA20	2010			
LW22	2013		x		WA21	2010			
LW25	2013				WA22	2010			
LW26	2013			x	WA23	2011			
LW29	2014				WA24	2011			
LW30	2014				WA25	2011	x		
LW31	2014			x	WA26	2011			
LW32	2014				WA32	2012			
LW33	2014				WA33	2012		x	
LW35	2014				WA34	2013			
LW36	2014				WA35	2013	x	x	x*
LW37	2014				WA35_1	2013	x	x	x*
LW38	2014				WA36	2013	x	x	
					<b>total:</b>		<b>12</b>	<b>13</b>	<b>12</b>

Der nachfolgenden Übersichtskarte (Abbildung 15) kann entnommen werden, wo sich jeweils die Aufwertungsstandorte mit und ohne Präsenznachweis sowie solche mit Neubesiedlungen befinden. Besiedelte Standorte liegen vor allem in der Region St. Urban sowie in Aarwangen.

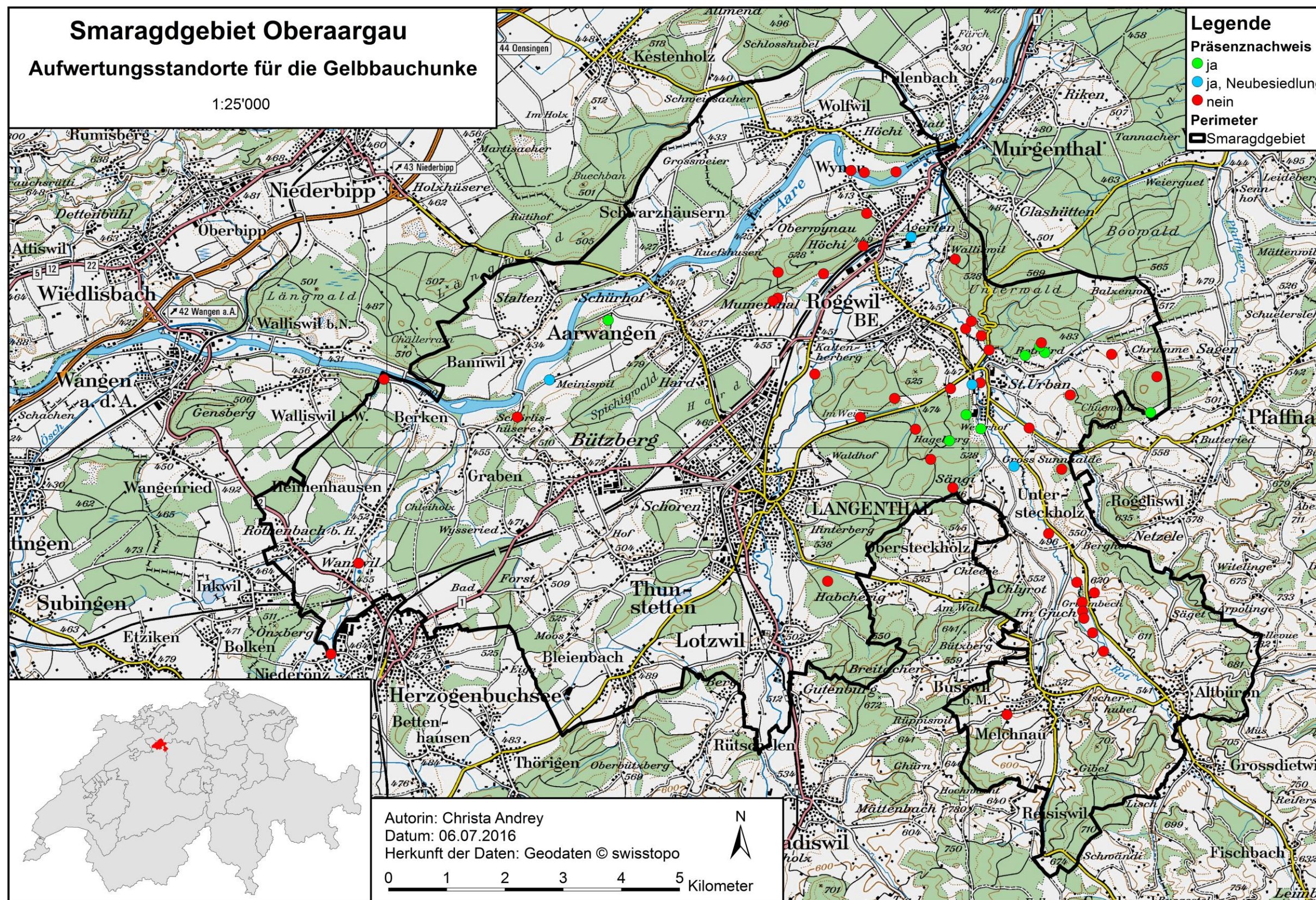


Abbildung 15: Übersichtskarte zu den untersuchten Aufwertungsstandorten für die Gelbbauchunke: Rote Punkte sind Standorte ohne Nachweis, hellgrüne und hellblaue solche mit Unkennnachweis, letztere zählen als Neubesied-

## 4.1 Einfluss der Standortparameter auf die Besiedlung durch Gelbbauchunken

### 4.1.1 Gelbbauchunken-Vorkommen

Die statistische Auswertung (N = 54; n = 12 mit Unkenvorkommen) der fünf Lebensraum-Standortparameter mittels logistischer Regression ergab für die Variablen „Anzahl Tümpel“ und „Distanz zu Unkenvorkommen“ eine Signifikanz (Tabelle 4). Die restlichen drei Parameter fielen in Bezug auf eine Unken-Präsenz nicht signifikant aus. (Rohdaten Standortparameter siehe Anhang II b)

Tabelle 4: Test aller untersuchten Lebensraum-Standortparameter für die Präsenz der Gelbbauchunke. Die Parameter „Anzahl Tümpel“ und „Distanz zu Unkenvorkommen“ waren signifikant.

Parameter	Schätzwert	Standardfehler	z Teststatistik	p (> z )
Anzahl Tümpel	0.242	0.114	2.131	0.033
Wasserfläche Tümpel	0.004	0.004	0.916	0.360
Besonnung	0.014	0.092	0.149	0.881
Distanz zu Wald	0.000	0.002	0.157	0.875
Distanz zu Unkenvorkommen	-0.002	0.001	-2.047	0.041

In den nachfolgenden Graphiken wurden die Punkte der 54 Standorte zur besseren graphischen Lesbarkeit mit der Funktion „jitter“ („Zittern“) dargestellt. Das bedeutet, dass Punkte mit demselben Wert etwas gestreut erscheinen, so dass man der Graphik besser entnehmen kann, in welchem Bereich des Parameters es zu Häufungen kommt. Eigentlich lägen die Punkte auf der y-Achse entweder genau bei 1 (Präsenznachweis) oder 0 (kein Präsenznachweis).

Die logistische Regressionskurve in Abbildung 16 zeigt, dass eine höhere Anzahl Tümpel an einem Standort einen signifikant positiven Effekt auf das Vorkommen der Gelbbauchunke hat ( $p = 0.033$ ). So weisen sieben der 12 Standorte mit Präsenznachweis sechs oder mehr Tümpel auf. Es gibt jedoch auch fünf besiedelte Standorte mit vier oder weniger Tümpeln.

In Bezug auf „Fortpflanzungsnachweise“ wurden die Standortpara-

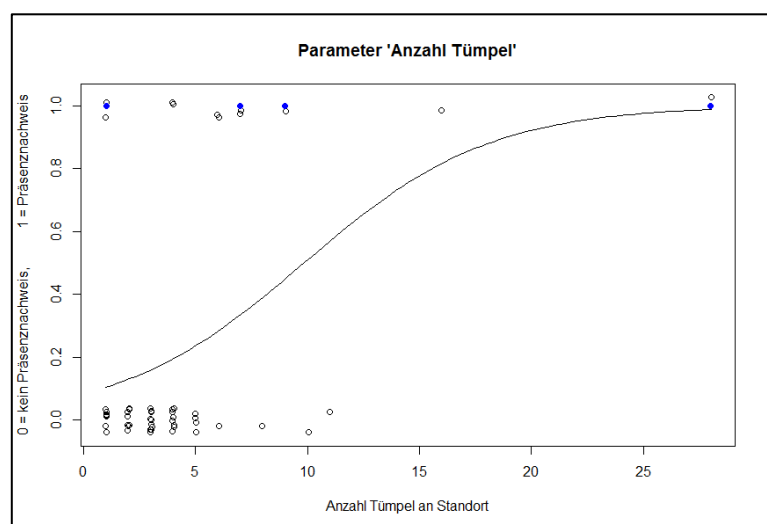


Abbildung 16: Visualisierung des Parameters "Anzahl Tümpel": Die logistische Regressionskurve verdeutlicht, dass eine höhere Anzahl Tümpel an einem Standort einen positiven Effekt auf Unkenpräsenz hat ( $p = 0.033$ ). (Blau ergänzend eingezeichnet: vier Standorte mit Fortpflanzungsnachweis.)

meter zwar nicht ausgewertet, jedoch wurden die vier Orte in den Graphiken ergänzend blaue Punkte eingezeichnet. Laich und Larven wurden sowohl in einem Einzeltümpel wie auch in Tümpelgruppen mit 7, 9 und 28 Tümpeln gefunden.

In Bezug auf die Distanz zum nächsten Unkenvorkommen zeigte die Auswertung mittels logistischer Regression einen signifikant negativen Effekt: Je weiter ein Standort von vorhandenen Unkenvorkommen entfernt liegt, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit eines Präsenznachweises respektive einer Besiedlung ( $p = 0.041$ , Abbildung 17). Bei 10 von 12 Standorten betrug die Distanz weniger als 330 m, bei LW25 850 m, die grösste Distanz wies Standort LW14 mit 2086 m auf.

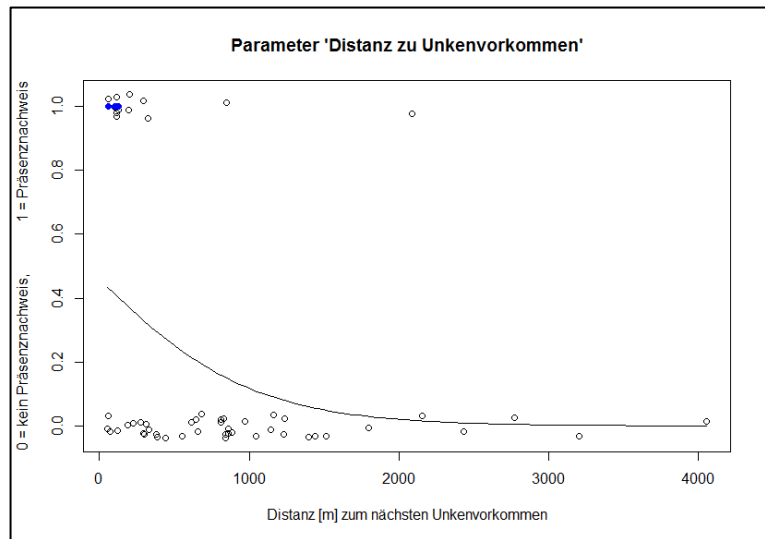


Abbildung 17: Visualisierung des Parameters "Distanz zu Unkenvorkommen": Die logistische Regressionskurve verdeutlicht, dass eine Besiedlung umso wahrscheinlicher ist, je näher der Standort zu einem anderen Unkenvorkommen liegt ( $p = 0.041$ ). (Blau ergänzend eingezeichnet: 4 Standorte mit Fortpflanzungsnachweis)

Die vier Fortpflanzungsstandorte (blaue Punkte in Abbildung 17) liegen in 62 bis 125 m Entfernung zu anderen Unkenvorkommen.

#### 4.1.2 Wechselbeziehungen der Standortparameter untereinander

Die Analyse der Wechselbeziehungen der fünf Standortparameter ( $n = 12$  Standorte mit Unkenachweis) untereinander (Tabelle 5), ergab für die folgenden zwei Fälle signifikante Korrelationen: für „Anzahl Tümpel“ und „Wasserfläche“ ( $r = 0.733$ ,  $p = 0.007$ ) sowie für „Besonnung“ und „Distanz zu Wald“ ( $r = 0.717$ ,  $p = 0.009$ ). Alle anderen getesteten Kombinationen ergaben keine signifikanten Zusammenhänge.

Tabelle 5: Ergebnisse der Korrelationsanalyse der fünf Standortparameter ( $n = 12$  Standorte mit Unkenachweis,  $r =$  Korrelationskoeffizient,  $p =$  p-Wert;  $r > 0.7 =$  hohe Korrelation).

	Anz. Tümpel	Wasserfläche	Besonnung	Dist. zu Wald	Dist. zu Vorkommen
Anz. Tümpel	$r = 1$	$r = 0.733$ $p = 0.007$	$r = -0.133$ $p = 0.680$	$r = -0.477$ $p = 0.117$	$r = -0.099$ $p = 0.759$
Wasserfläche [m <sup>2</sup> ]		$r = 1$	$r = 0.088$ $p = 0.787$	$r = -0.263$ $p = 0.408$	$r = -0.014$ $p = 0.974$
Besonnung [h/d]			$r = 1$	$r = 0.717$ $p = 0.009$	$r = 0.070$ $p = 0.829$
Dist. zu Wald [m]				$r = 1$	$r = 0.192$ $p = 0.550$
Dist. zu Vorkommen [m]					$r = 1$

Die Anzahl Tümpel ist mit der Gesamtwasserfläche stark positiv korreliert (Interpretation der  $r$ -Werte gemäss Bühl und Zöfel (2002)), was bedeutet, dass die Wasserfläche umso grösser ist, je mehr Tümpel vorhanden sind (Abbildung 18); respektive je höher die Anzahl Tümpel, umso grösser die Wasserfläche. Ebenfalls stark positiv ist die Korrelation zwischen Besonnung und Distanz zu Wald (Abbildung 19). So ist die Besonnung umso höher, je weiter weg ein Standort vom Wald liegt; beziehungsweise je grösser die Distanz zum nächsten Wald ist, umso höher ist die Besonnung.

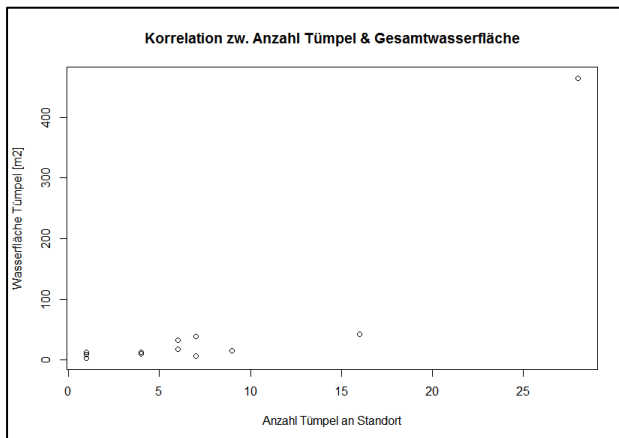


Abbildung 18: Scatterplot der Anzahl Tümpel in Abhängigkeit zur Gesamtwasserfläche: hoher, positiver Zusammenhang ( $r = 0.733$ ,  $p = 0.007$ ), d. h. je mehr Tümpel pro Standort, umso grösser die Gesamtwasserfläche; resp. je grösser die Gesamtwasserfläche, umso mehr Tümpel an Standort.

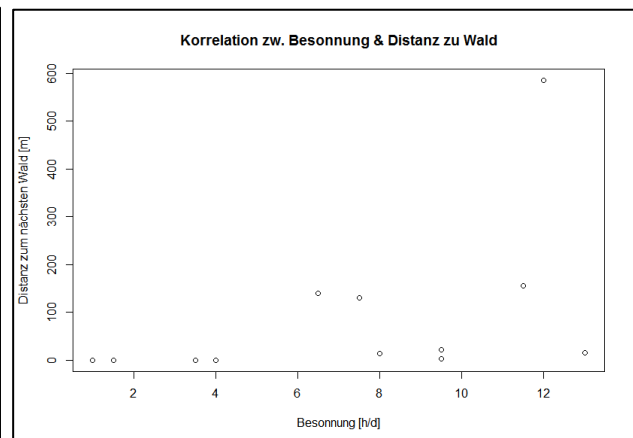


Abbildung 19: Scatterplot der Besonnung in Abhängigkeit zur Distanz zum nächsten Wald: hoher, positiver Zusammenhang ( $r = 0.717$ ,  $p = 0.009$ ), d. h. je höher die Besonnung an einem Standort, umso grösser die Distanz zum nächstgelegenen Wald; resp. je grösser die Distanz zum nächsten Wald, umso höher die Besonnung.

### 4.1.3 Angebot: Eigenschaften der Aufwertungsstandorte

Die nachfolgende Tabelle 6 gibt einen Kurzüberblick über die Eigenschaften aller 54 für die Gelbbauchunke aufgewerteten Standorte. Aufgeführt sind nebst den Durchschnittswerten (= mean) auch die jeweiligen Maximal- und Minimalwerte (Visualisierungen Abbildungen 20 – 24).

Tabelle 6: Eigenschaften der 54 Aufwertungsstandorte: Durchschnittswerte ( $\pm$  Standardabweichung), Maximal- und Minimalwerte der fünf Standortparameter.

	Anzahl Tümpel	Wasserfläche [m <sup>2</sup> ]	Besonnung [h/d]	Dist. zu Wald [m]	Dist. zu Vorkommen [m]
$\bar{x}$ ( $\pm s$ )	4.3 ( $\pm$ 4.4)	38 ( $\pm$ 69)	7 ( $\pm$ 3.5)	82 ( $\pm$ 159)	842 ( $\pm$ 848)
max.	28	464.2	14	590	4055
min.	1	1.2	1	0	54

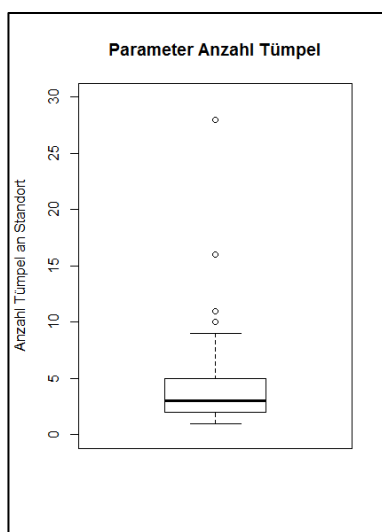


Abbildung 20: Boxplot der Anzahl Tümpel an den Aufwertungsstandorten: Im Durchschnitt sind 4.5 Tümpel vorhanden.

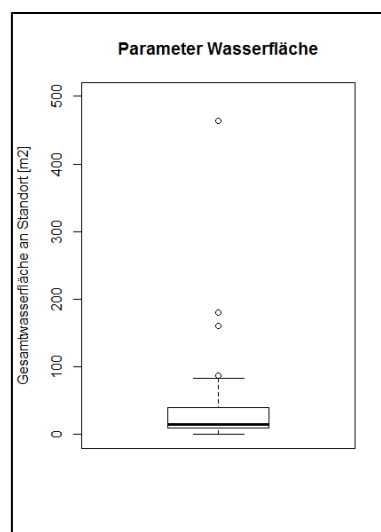


Abbildung 21: Boxplot der Wasserfläche an den Aufwertungsstandorten: Durchschnittlich misst die Gesamtwasserfläche 38 m<sup>2</sup>.

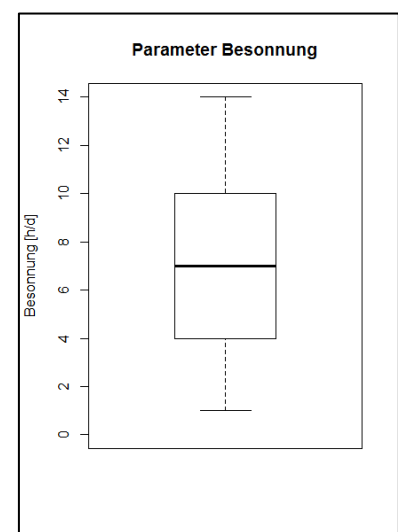


Abbildung 22: Boxplot der Besonnung an einem Aufwertungsstandort pro Tag: Im Schnitt erhält jeder Standort 7 Stunden Sonneneinstrahlung täglich.

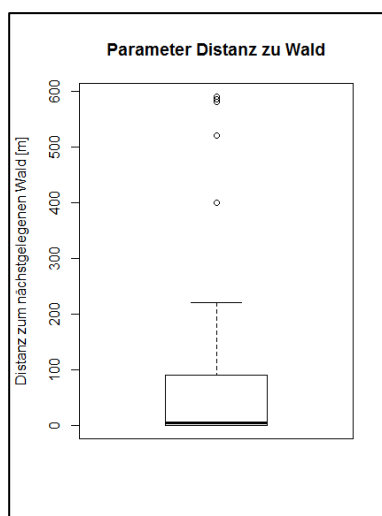


Abbildung 23: Boxplot der Distanz zu Wald: Im Durchschnitt beträgt die Distanz der Aufwertungsstandorte zum nächstgelegenen Wald 82 m.

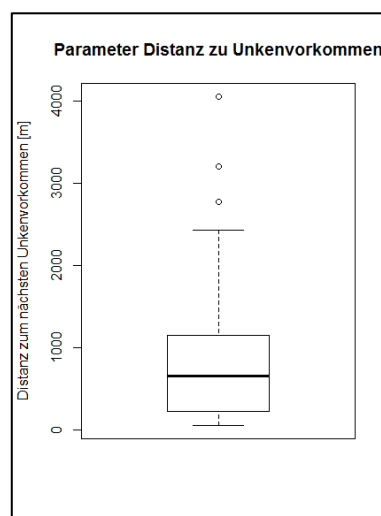


Abbildung 24: Boxplot der Distanz der Aufwertungsstandorte zum nächsten Unkenvorkommen: Die durchschnittliche Distanz beträgt 842 m.

Vergleicht man die Werte des Standortangebots mit den Eigenschaften der von Unken besiedelten Standorte im Jahre 2016 (Tabelle 7), fallen folgende Unterschiede auf: Standorte mit nachgewiesener Unkenpräsenz weisen im Schnitt fast doppelt so viele Tümpel sowie eine deutlich grössere Wasserfläche auf. Des Weiteren ist die durchschnittliche Distanz zum nächsten Unkenvorkommen mit 382 m 2.2-mal geringer als die Durchschnittsdistanz aller aufgewerteter Standorte. Im Gegensatz dazu sind die Durchschnitts-, Maximal- und Minimalwerte von „Besonnung“ und „Distanz zu Wald“ der 12 besiedelten Standorte mit den Werten aller 54 Aufwertungsstandorte weitestgehend deckungsgleich. Alle aufgeführten Vergleiche wurden nicht statistisch ausgewertet. Die signifikanten Parameter wurden bereits in Kapitel 4.1.1 aufgeführt, berechnet mittels logistischen Regressionen.

Tabelle 7: Alle 12 Aufwertungsstandorte mit Unkennachweis, aufgelistet mit deren Standortparametern (einzeln, im Durchschnitt  $\pm$  Standardabweichung, Maximal- und Minimalwerte), dazu im Vergleich das durchschnittliche, maximale und minimale Angebot aller Aufwertungsstandorte (LW = auf Landwirtschaftsland, WA = im Wald).

	Anzahl Tümpel	Wasserfläche [m <sup>2</sup> ]	Besonnung [h/d]	Dist. zu Wald [m]	Dist. zu Vorkommen [m]
LW5	4	10	11.5	155	117
LW13	16	42	8.0	13	294
LW14	7	38	9.5	21	2086
LW17	1	12	6.5	140	103
LW26	1	3	12.0	585	850
LW31	4	13	7.5	130	325
LW40	1	9	9.5	3	115
WA2	28	464	13.0	15	62
WA10	6	18	3.5	0	192
WA12	6	32	4.0	0	200
WA35	9	15	1.5	0	114
WA35_1	7	6	1.0	0	125
<b>Ø (± s)</b>	<b>7.5 (± 7.7)</b>	<b>55 (± 129)</b>	<b>7.5 (± 4)</b>	<b>89 (± 168)</b>	<b>382 (± 577)</b>
max.	28	464.2	13	585	2086
min.	1	3.0	1	0	62
<b>Angebot</b>					
<b>Ø (± s)</b>	<b>4.3 (± 4.4)</b>	<b>38 (± 69)</b>	<b>7 (± 3.5)</b>	<b>82 (± 159)</b>	<b>842 (± 848)</b>
max.	28	464.2	14	590	4055
min.	1	1.2	1	0	54

#### 4.1.4 Neubesiedlung

Wie bereits erwähnt, konnte an den Standorten LW5, LW26, LW31 und LW40 (Abbildung 25) eine Neubesiedlung ( $n = 4$ ) festgestellt werden. In Bezug auf die Standortparameter weisen diese Orte durchschnittlich 2.5 Tümpel, eine Gesamtwasserfläche von 8.9 m<sup>2</sup>, eine Besonnung von 10 h/Tag, 218 m Distanz zu Wald sowie 351 m zum nächsten Unkenvorkommen auf (Tabelle 8).



Abbildung 25: Neubesiedlungsstandorte: LW5 (links oben), LW26, (rechts oben), LW31 (links unten), LW40 (rechts unten) (Fotos: Ch. Andrey, 2016)

Tabelle 8: Neubesiedlungsstandorte ( $n = 4$ ) mit deren Standortparametern (einzeln, im Durchschnitt, maximal, minimal), dazu im Vergleich das durchschnittliche, maximale und minimale Angebot aller Aufwertungsstandorte ( $N = 54$ ).

	Anz. Tümpel	Wasserfl. Tümpel [m <sup>2</sup> ]	Besonnung [h/d]	Dist. zu Wald [m]	Dist. zu Vorkommen [m]
<b>LW5</b>	4	10	11.5	155	117
<b>LW26</b>	1	3	12.0	585	850
<b>LW31</b>	4	13	7.5	130	642
<b>LW40</b>	1	9	9.5	3	115
<b>Ø (± s)</b>	<b>2.5 (± 1.7)</b>	<b>8.9 (± 4.3)</b>	<b>10.0 (± 2)</b>	<b>218 (± 253)</b>	<b>351 (± 346)</b>
max.	4	13	12.0	585	850
min.	1	3	7.5	3	115
<b>Angebot</b>					
<b>Ø (± s)</b>	<b>4.3 (± 4.4)</b>	<b>38 (± 69)</b>	<b>7 (± 3.5)</b>	<b>82 (± 159)</b>	<b>842 (± 848)</b>
max.	28	464.2	14	590	4055
min.	1	1.2	1	0	10

Der Vergleich mit dem Angebot aller Aufwertungsstandorte (N = 54) zeigt, dass Neubesiedlungsstandorte durchschnittlich weniger Tümpel, eine kleinere Gesamtwasserfläche sowie eine weniger als halb so grosse Distanz zum nächsten Unkenvorkommen aufweisen als der Gesamtdurchschnitt des Angebots. Höher fallen die Besonnung wie auch die Distanz zu Wald aus (Tabelle 8).

Da der Stichprobenumfang der neu besiedelten Standorte sehr klein ist (n = 4), wurden die Standortparameter, wie bereits im Kapitel 3.5 erläutert, nicht statisch ausgewertet. Die oben beschriebenen Eigenschaften der Neubesiedlungsstandorte sind als qualitative Beschreibungen einzuordnen.

## **4.2 Einfluss der Tümpelparameter auf die Annahme als Fortpflanzungsgewässer**

Die erhobenen Tümpelparameter wurden hinsichtlich der Annahme der Tümpel als Laichgewässer ausgewertet, daher wurden für die Analyse alle Tümpel mit Fortpflanzungsnachweis miteinbezogen. Nicht alle erhobenen Parameter wurden für die Auswertung berücksichtigt, so der Gewässergrund und die Trübung. Der Gewässergrund bestand bei fast allen (215 von 233) aus Lehm, Schlick, Schlamm und/oder verdichtetem Humus (Anhang II a). Somit ist dieser Parameter für eine Auswertung zu homogen ausgefallen. Da sich die Trübung der Gewässer u. a. durch Regenereignisse schnell ändern kann und der Parameter nur einmal erhoben wurde, musste die erhobene Ausprägung als zufällig eingestuft werden. Die Trübung erscheint daher auch nicht in den Auswertungen. Die Rohdaten zu den erfassten Tümpelparametern finden sich im Anhang II a.

### **4.2.1 Fortpflanzung**

Zu Beginn des Kapitels 4 wurde bereits erwähnt, dass an vier Aufwertungsstandorten Laich und/oder Larven nachgewiesen werden konnten und zwar an den Standorten LW17, WA2, WA35 und WA35\_1. Insgesamt waren es 18 (= n) Tümpel mit Fortpflanzungsnachweis (von N = 233), 15 davon alleine im Kieswerk Risi Aarwangen (WA2), an den weiteren drei Standorten je ein Tümpel (Tabelle 9). In Bezug auf die untersuchten Parameter weisen die Fortpflanzungstümpel im Durchschnitt 11.5 h tägliche Besonnung, eine Grösse von 8.8 m<sup>2</sup>, eine Tiefe der Klasse 3 (21 – 30 cm) und einen Bewuchs von 9 % auf (weitere Einzelheiten siehe Tabelle 9).

Tabelle 9: Alle 18 (=n) Tümpel mit Fortpflanzungsnachweis, aufgelistet mit deren Tümpelparametern (einzeln, im Durchschnitt, Maximal- und Minimalwerte), dazu im Vergleich das durchschnittliche, maximale und minimale Angebot aller Tümpel (N = 233) an den Aufwertungsstandorten (LW = auf Landwirtschaftsland, WA = im Wald, Beso = Besonnung, Gr = Tümpelgrösse, L = Länge, B = Breite, T = Tiefe in 4 Klassen siehe Tabelle 2, UW = Unterwasserpflanzen, SB = Schwimmblattpflanzen, Roe = Röhricht, SW = seichtwassertolerante Pflanzen, Bew = Bewuchs).

Tümpelnr.	Beso [h/d]	Gr [m <sup>2</sup> ]	L [m]	B [m]	T	UW [%]	SB [%]	Roe [%]	SW [%]	Bew [%]
LW17.1	6.5	11.5	7.5	1.7	4	50	5	5	0	60
WA2.2	13.0	4.5	4.3	1.2	4	0	0	0	1	1
WA2.3	13.0	1.6	1.9	1.1	4	0	0	0	1	1
WA2.5	13.0	1.5	1.3	1.2	4	0	0	0	1	1
WA2.8	13.0	2.5	2.3	1.3	3	0	0	0	1	1
WA2.9	13.0	3.0	3.6	0.9	4	0	0	0	1	1
WA2.10	13.0	2.8	1.8	1.7	4	0	0	0	0	0
WA2.11	13.0	4.0	3.3	1.3	2	0	8	0	0	8
WA2.12	13.0	105.0	13.0	9.0	3	0	0	3	2	5
WA2.13	13.0	2.0	2.6	0.9	3	0	0	7	1	8
WA2.14	13.0	0.4	1.2	0.4	1	0	0	0	0	0
WA2.15	13.0	1.0	1.4	0.9	2	0	0	0	1	1
WA2.16	13.0	1.5	1.7	0.9	3	0	0	5	0	5
WA2.17	13.0	3.0	2.2	1.5	4	0	0	1	0	1
WA2.26	13.0	10.5	4.8	2.5	2	0	50	0	10	60
WA2.27	13.0	1.5	2.0	0.8	3	0	0	0	1	1
WA35.3	1.5	0.8	2.0	0.4	2	0	10	0	0	10
WA35_1.7	1.0	0.4	1.5	0.3	2	0	0	0	0	0
<b>Ø (± s)</b>	<b>11.5</b> (± 4.0)	<b>8.8</b> (± 24.2)	<b>3.2</b> (± 2.9)	<b>1.6</b> (± 1.9)	<b>3</b> (± 1)	<b>3</b> (± 12)	<b>4</b> (± 12)	<b>1</b> (± 2)	<b>1</b> (± 2)	<b>9</b> (± 19)
max.	13.0	105	13	9	4	50	50	7	10	60
min.	1.0	0.4	1.2	0.3	1	0	0	0	0	0
<b>Angebot</b>										
<b>Ø (± s)</b>	<b>7.4</b> (± 3.9)	<b>8.8</b> (± 21.5)	<b>4.4</b> (± 7.7)	<b>1.7</b> (± 1.6)	<b>3</b> (± 1)	<b>7</b> (± 20)	<b>4</b> (± 13)	<b>20</b> (± 26)	<b>9</b> (± 17)	<b>40</b> (± 40)
max.	14.0	180.0	97.0	13.0	4	100	80	95	100	181
min.	0.5	0.1	0.5	0.2	1	0	0	0	0	0

Im Vergleich mit den durchschnittlichen Eigenschaften aller vorhandenen 233 Tümpel fällt auf, dass Grösse (inkl. Länge und Breite), Tiefe, Deckungsgrad an Unterwasser-, Schwimmblatt- und seichtwassertoleranten Pflanzen mit dem Durchschnitt der genutzten Tümpel weitestgehend übereinstimmen (Tabelle 9). Im Gegensatz dazu ist die Besonnung der Laichgewässer 1.5-mal länger als der Durchschnitt aller Aufwertungstümpel. Der durchschnittliche Deckungsgrad an Röhricht fällt in den zur Fortpflanzung genutzten Tümpeln geringer aus. Generell weisen die Laichgewässer einen eher geringen Deckungsgrad an Pflanzenbewuchs aus, so übersteigt keiner der 18 Tümpel einen Gesamtdeckungsgrad von 60 %. Visualisiert sind die wichtigsten Tümpelparameter in den nachfolgenden Graphiken (Abbildungen 26 – 28). Auch in diesen Scatterplots wurden die Punkte zur besseren Lesbarkeit mit einem leichten „Zittern“ (jitter) dargestellt.

Eigentlich lägen die Punkte auf der y-Achse entweder genau bei 0 (kein Fortpflanzungsnachweis) oder bei 1 (Fortpflanzungsnachweis).

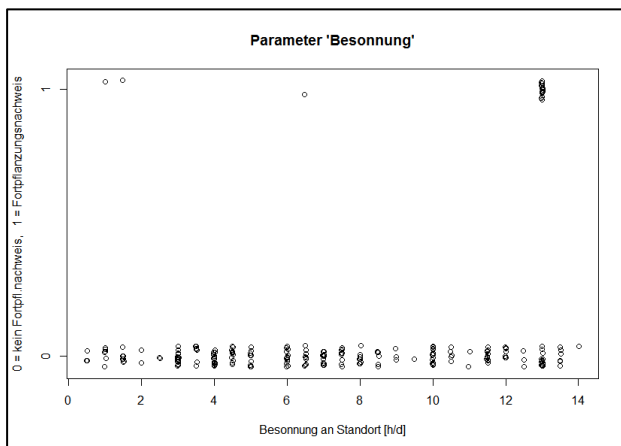


Abbildung 26: Scatterplot des Tümpelparameters „Besonnung“: Die meisten der als Laichgewässer genutzten Tümpel sind täglich rund 13 Stunden besonnt. Im Gegensatz dazu weisen zwei Fortpflanzungsgewässer weniger als zwei Stunden täglicher Besonnung auf.

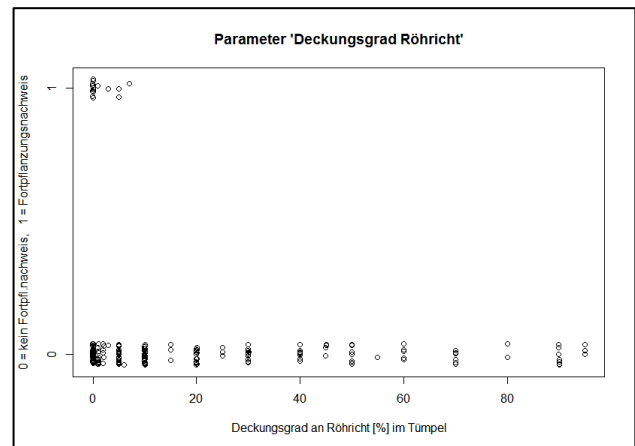


Abbildung 27: Scatterplot des Tümpelparameters „Deckungsgrad Röhricht“: In den 18 als Laichgewässer genutzten Tümpeln beträgt der Deckungsgrad an Röhricht weniger als 8 %. Viele der anderen, nicht als Laichgewässer genutzten Tümpel weisen bereits einen grösseren Bewuchs an Röhricht auf.

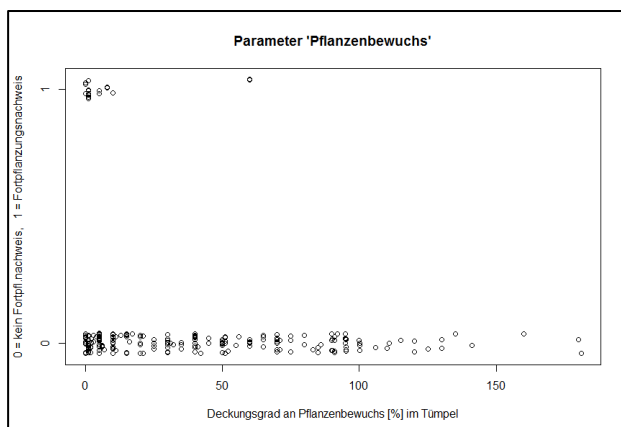


Abbildung 28: Scatterplot des Tümpelparameters „Pflanzenbewuchs“: Der Gesamtbewuchs der für die Fortpflanzung genutzten Tümpel weist einen geringen Deckungsgrad von 0 – 10 % auf, in zwei jedoch 60 %. Der Scatterplot zeigt zudem, dass viele der Aufwertungstümpel ohne Fortpflanzungsnachweis bereits einen hohen Grad an Pflanzenbewuchs aufweisen.

Wie bereits bei der Neubesiedlung (Kapitel 4.1.4) musste auch bei der Analyse der Tümpelparameter wegen der zu geringen Stichprobengrösse auf eine statistische Auswertung verzichtet werden. Die oben aufgeführten Ergebnisse sind somit ebenfalls als qualitative Beschreibungen einzuordnen.

## 5 Diskussion

### 5.1 Besiedelte Standorte und Fortpflanzungsnachweise

#### Besiedelte Standorte

Die Bilanz der 2016 besiedelten Standorte hat gezeigt, dass lediglich 12 der 54 Aufwertungsstandorte Gelbbauchunkenvorkommen aufweisen; von der Anzahl her sind es gleich viele besiedelte Standorte wie vor den Aufwertungen (Details siehe Tabelle 3, Kapitel 4). Seit Beginn der Aufwertungen bis 2015 wurden an insgesamt 13 Standorten Gelbbauchunken gesichtet, davon galten LW22, WA18 und WA33 als Neubesiedlungen. An den letztgenannten Standorten konnten sich die Unken nicht halten, jedoch wurden dort auch nur Einzeltiere beobachtet und es gab keine Fortpflanzungsnachweise (CSCF, 2016; Lüscher, 2016). Ebenfalls verschwunden sind die Vorkommen an LW12, WA5, WA25 und WA36. Der letzte Nachweis an LW12 ist über zehn Jahre alt, datiert auf das Jahr 2004, ähnlich wie an WA25 datiert auf 2003 (CSCF, 2016; Lüscher, 2016). Zu Letzterem ist im Bericht 09-14 von Hedinger et al. (2015) zudem vermerkt, dass die Unke in dieser Region (Wolfwil) wohl bereits ausgestorben ist. Was den Standort WA5 anbelangt, wären die vorhandenen Wegrandtümpel für die Unken nach wie vor geeignet. Die Ursachen für das Verschwinden sind unklar. Am Standort WA36 hingegen sind die geschaffenen Gewässer bereits stark zugewachsen, was ein Grund für das Fehlen der Unken sein könnte. Ein Zuwachsen der Gewässer respektive eine fortschreitende Sukzession wird von Lüscher et al. (2009) als häufigste Bedrohung von Unkenstandorten im Kanton Bern genannt. Canessa et al. (2013) beobachteten in Italien, dass von Unken nicht mehr besiedelte Standorte eine dichtere Vegetation aufwiesen. Sie verweisen darauf, dass stark verlandete Gewässer, hohe Beschattung und dichte Vegetation für Unken ungeeignet sind.

Als positiv zu werten sind die Neubesiedlungen an LW5, LW26, LW31 und LW40. Ebenfalls positiv ist, dass der 2014 festgestellte Zuwachs der Unkenpopulation im Kieswerk Risi (Hedinger et al., 2015) anhält. Bereits direkt nach den Aufwertungen im Jahr 2014 wurden 48 Adulttiere sowie Larven und Metamorphosierende gesichtet (Lüscher, 2016). 2016 waren es 78 Adulttiere sowie Laich und Larven. An den beiden Standorte WA10 und WA12, wo 2014 ebenfalls ein klarer Zuwachs festgestellt wurde (Hedinger et al., 2015), sind die Zahlen hingegen eher rückläufig. Die Vegetation an WA10 ist sehr wüchsig und der Bewuchs daher bereits sehr dicht. Die fortschreitende Sukzession könnte auch hier eine Erklärung für die rückläufige Tendenz sein. An WA12 kann dies nicht als Grund herbeigezogen werden, denn die Tümpel weisen nur wenig Bewuchs auf, die Ursache für den Rückgang ist daher unklar. Die Anzahl gesichteter Unken der vorliegenden Felderhebungen sollten jedoch nicht zu stark gewichtet werden. Für Bestandsschätzungen

von Gelbbauchunken sind reine Zählungen ungenau, es müsste stattdessen eine Fang-Wiederfang-Untersuchung durchgeführt werden (Gollmann & Gollmann, 2012).

Gesamthaft gesehen zeigt sich trotz den aufgeführten positiven Feststellungen kein sehr positives Bild zu den Unkenvorkommen an den Aufwertungsstandorten im Smaragdgebiet. Es sind nach wie vor nur wenige der Standorte besiedelt, die lokalen Populationen sind ausser an WA2 (Kieswerk Risi) nach wie vor klein.

## **Fortpflanzung**

Fortpflanzungsnachweise (Laich und Larven) konnten an den vier Standorten LW17, WA2, WA35 und WA35\_1 erbracht werden. Dabei handelt es sich ausschliesslich um Standorte mit Unken nachweisen vor 2016. Im Kieswerk Risi (WA2) wurden in der vorliegenden Erhebung vom 6.5.2016 Laich und Kaulquappen beobachtet. An den anderen drei Standorten nur Laich und erst deutlich später, d. h. an LW17 am 7.6. und an WA35 und WA35\_1 am 18.6.2016. Alle drei letztgenannten Standorte sind viel weniger besonnt (LW17 6.5 h/d, WA35 1.5 h/d, WA35\_1 1 h/d) als derjenige im Kieswerk Risi (WA2 13 h/d). Hinzu kam der im Vergleich zur Norm 1981 – 2010 kühler ausgefallene Monat Mai (MeteoSchweiz, 2016). Beides könnte einen Einfluss auf den Fortpflanzungszeitpunkt resp. –start gehabt haben. Wie bereits erwähnt beginnen die Unken mit dem Laichen, sobald Wassertemperaturen von 11 bis 15° erreicht sind (Nöllert et al., 2014), was in diesem Jahr je nach Standort erst später als üblich der Fall gewesen sein könnte. Es ist daher denkbar, dass Fortpflanzungen in weiteren Tümpeln an den Fortpflanzungsstandorten oder auch an anderen Standorten nach Abschluss der Feldbegehungen stattgefunden haben. Im Tümpel LW26 beispielsweise wurden am 15.6.2016 bei der dritten Begehung erstmals Unken festgestellt und zwar rufende, d. h. fortpflanzungsfähige Männchen. Da die Fortpflanzungsperiode bis August oder gar September andauert, könnte es dort erst später zum Ablachen gekommen sein. Auch möglich ist, dass Laich oder Larven übersehen wurden. Besonders in grösseren Gewässern oder auch in solchen mit mehr Pflanzenbewuchs könnte dies der Fall gewesen sein. Die dreifache Begehung, das Abkessern und das intensive Absuchen sollten das Risiko des Übersehens jedoch minimiert haben.

## **5.2 Einfluss der Standortparameter auf die Besiedlung durch Gelbbauchunken**

### **Gelbbauchunken-Vorkommen**

Die Analyse der Standortparameter hat gezeigt, dass eine hohe Anzahl Tümpel sowie eine geringe Distanz zu anderen Unkenvorkommen für die Besiedlung durch Gelbbauchunken ausschlaggebend sind. Dies entspricht laut Karch (2014) zwei Eigenschaften, welche die Gelbbauchunken in ihrem ursprünglichen Lebensraum, den natürlichen, dynamischen Flussauen vorgefunden hat. Intakte Auen weisen auf Grund ihrer Dynamik eine hohe Dichte an unterschiedlichen

Kleingewässern auf und längere Wanderungen sind in der Regel nicht nötig, da der nächste Tümpel meist nicht weit entfernt liegt.

Betrachtet man das Ergebnis der Auswertung der „Anzahl Tümpel“ etwas genauer (Abbildung 29), so wird klar, dass die zwei Standorte mit den meisten Tümpeln einen grossen Einfluss auf das Ergebnis haben. Lässt man diese beiden Standorte in der logistischen Regressionsanalyse weg, so weist der Parameter keine Signifikanz mehr auf ( $p = 0.162$ ). Jedoch schmälert dies den Stichprobenumfang besiedelter Standorte ( $n$  von 12 auf 10) und gerade WA2 mit 28 Tümpeln weist eine grosse Unkenpopulation inklusive Fortpflanzung auf.

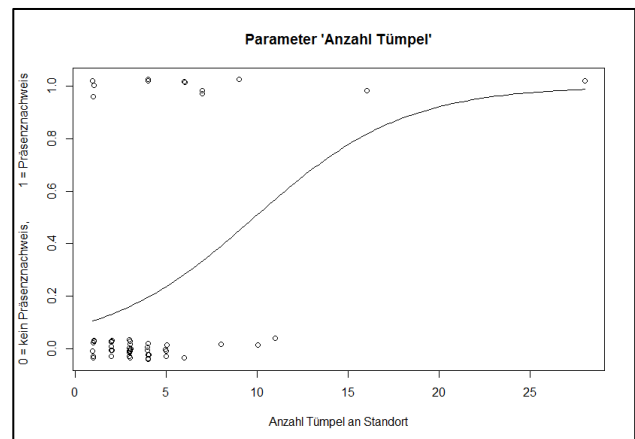


Abbildung 29: Visualisierung des Parameters "Anzahl Tümpel": Die logistische Regressionskurve verdeutlicht, dass eine höhere Anzahl Tümpel an einem Standort einen signifikant positiven Effekt auf Unkenpräsenz hat ( $p = 0.033$ ).

Beim Vergleich des Standortangebots mit den effektiv besiedelten Standorten zeigte sich, dass die von Unken besiedelten Standorte im Schnitt doppelt so viele Tümpel aufweisen wie nicht besiedelte. Des Weiteren weisen diverse Autoren darauf hin, dass einer hohen Anzahl an Tümpeln eine grosse Bedeutung zukommt. Pichenot (2008) beispielsweise fand in seinen Untersuchungen in Frankreich heraus, dass das Vorkommen von Gelbbauchunken in Tümpeln von weiteren Gewässern in der näheren Umgebung positiv beeinflusst wird. Lippuner (2014b) erläutert, dass die Gelbbauchunke von Tümpelkomplexen profitiert, da der Wasserlebensraum diverse Anforderungen erfüllen muss, die oft mit einem Gewässer nicht abgedeckt werden können. Tümpelkomplexe bieten zudem einen höheren Fortpflanzungserfolg, was Dietrich (2002) in einer Studie in Baden-Württemberg aufzeigen konnte. Er begründet dies u. a. damit, dass die Unken innerhalb eines kleinen Radius geeignete Tümpel aussuchen könnten, z. B. solche mit möglichst wenig Räufern oder geeigneter Wasserqualität. Wie bereits erwähnt, nutzen die Tiere meist temporäre Gewässer zum Abbläuen. Um das Verlustrisiko zu minimieren, können sie ihre Eier in mehreren Tümpeln in nächster Nähe ablegen (Genthner & Hölzinger, 2007), was ebenfalls für die Wichtigkeit von Tümpelgruppen spricht.

Nebst dem Standortparameter „Anzahl Tümpel“ kommt auch der „Distanz zu Unkenvorkommen“ ein signifikanter Einfluss auf die Besiedlung durch Unken zu. Die Besiedlungswahrscheinlichkeit steigt, je näher ein Aufwertungsstandort bei anderen Unkenvorkommen liegt. Die durchschnittliche Distanz zu Nachbarsvorkommen beträgt in der vorliegenden Untersuchung 382 m und ist somit als gering einzustufen. Gelbbauchunken können nämlich weite Distanzen von bis zu meh-

ren Kilometern zurücklegen, dies auch innert kurzer Zeit (Gollmann & Gollmann, 2012; Pichenot, 2008). Untersuchungen in Rumänien haben aber auch gezeigt, dass Wanderungen innerhalb von 200 m Distanz häufig waren, ab 300 m dann aber stark abnahmen (Hartel, 2008). Auf den Parameter „Distanz zu Unkenvorkommen“ wird später im Abschnitt „Neubesiedlungen“ nochmals eingegangen.

Der Standortparameter „Besonnung“ wies in der statistischen Auswertung keine Signifikanz in Bezug auf Unkenpräsenz auf. Das heisst jedoch nicht, dass dieser Variable keine Bedeutung zukommt. In der vorliegenden Untersuchung wurden sowohl adulte und subadulte Tiere wie auch Laich und Larven als Präsenznachweis definiert. Zudem wurde die Besonnung hier in Bezug auf den ganzen Standort und nicht auf den Einzeltümpel statistisch ausgewertet. Beides hat zur Folge, dass sowohl Aufenthalts- wie auch Laichgewässer miteinbezogen wurden. Die Unterscheidung der beiden Gewässertypen ist zentral, denn Gelbbauchunken bevorzugen schattigere Tümpel als Aufenthaltsgewässer (Gollmann & Gollmann, 2012) und sonnenexponierte für die Fortpflanzung (Mermod et al., 2011). Die Besonnung wurde daher noch als Tümpelparameter untersucht (siehe Kapitel 5.3).

Die logistische Regression bezüglich Unkenpräsenz (mit/ohne Nachweis) ergab für die Gesamtwasserfläche der Tümpel an einem Standort keine Signifikanz. Es konnte jedoch eine Korrelation zwischen diesem Parameter und der Anzahl Tümpel festgestellt werden. Die Wechselwirkung lässt sich dadurch erklären, dass eine grössere Anzahl an Gewässern i. d. R. auch eine grössere Wasserfläche mit sich bringt, da die Flächen aufsummiert werden. Der Wasserfläche könnte auf Grund der festgestellten Korrelation mit dem in Bezug auf Unkenpräsenz relevanten Parameter „Anzahl Tümpel“ trotz fehlender Signifikanz in der logistischen Regression eine Bedeutung zukommen. In einer Studie konnte Pichenot (2008), im Gegensatz zur vorliegenden Arbeit, einen signifikant positiven Effekt der Wasserfläche auf Unkenvorkommen feststellen. Er weist darauf hin, dass grössere Wasserflächen möglicherweise attraktiver sind und auf Grund ihrer Grösse auch eher von Gelbbauchunken gefunden werden.

Nicht erwartungsgemäss fiel der Standortparameter „Distanz zu Wald“ aus, der gemäss logistischer Regression keinen signifikanten Einfluss auf das Vorkommen von Gelbbauchunken an den Aufwertungsstandorten hat. Diverse Autoren führen die Nähe zum Wald bzw. den Wald generell als zentralen Faktor auf. Anhand von Lebensraumanalysen fand Lippuner (2014b) beispielsweise heraus, dass Gelbbauchunkenpräsenz durch die Lage von Gewässern im Wald, in der Nachbarschaft zu Wald oder Hecken signifikant positiv beeinflusst wird. Der Wald bietet den Unken einerseits diverse Versteckstrukturen (u. a. Totholz, Laubstreu) als Unterschlupf im Sommer oder auch als Überwinterungsquartier. Andererseits ist der Wald durch sein für Amphibien günstiges Mikroklima gekennzeichnet, das die Tiere durch die höhere Luftfeuchtigkeit und das Schattenangebot

vor der Austrocknung schützt (Pichenot, 2008). Untersuchungsergebnisse von Scheele et al. (2014) zeigten sogar, dass die Körperkondition von Unken in Waldtümpeln signifikant besser waren als diejenige in Tümpeln auf Grünland. Erklärt wurde dies mit der höheren Ressourcenverfügbarkeit, höherer Feuchtigkeit und Wasserverfügbarkeit in Wäldern. Handelt es sich um grossflächige Waldgebiete (ausschliesslich Wald im Radius von 2500 m), so sind diese laut Pichenot (2008) auf Grund ihrer Homogenität für die Gelbbauchunke wenig vorteilhaft. Unkenvorkommen scheinen vielmehr auf eine Kombination aus grossflächigen Wäldern und Grünland angewiesen zu sein. Landwirtschaftliche Anbauflächen meidet die Unke hingegen (Pichenot, 2008).

Was in Bezug auf Standortparameter und Unkenpräsenz noch festgestellt wurde, ist die Korrelation zwischen der Distanz zu Wald und der Besonnung. Diese Wechselbeziehung ist nicht erstaunlich, wird die Besonnung doch stark durch die Beschattung durch umliegende Bäume beeinflusst resp. reduziert.

### **Neubesiedlung**

Mit nur vier Standorten ist die Neubesiedlung als gering einzustufen. Somit ist auch der Datensatz, der im Kapitel 4.1.4 beschrieben wurde, sehr klein, weshalb auch keine sicheren Schlüsse aus den Daten gezogen werden können.

Die Neubesiedlung ist nicht nur im Smaragdgebiet Oberaargau gering. Lüscher et al. (2009) kamen bei den Auswertungen von Gelbbauchunkenerhebungen im Kanton Bern zum Ergebnis, dass im Oberland, Oberaargau und Mittelland an 276 untersuchten Standorten nur gerade elf neu besiedelt worden waren. Dies habe u. a. damit zu tun, dass die Mehrheit der Unkenpopulationen im Kanton Bern klein sei. Zum Wandern und Erschliessen neuer Habitats neigt die Gelbbauchunke vorwiegend bei stattlichen Populationen (Gebel, 2014).

Obwohl die Datengrundlage der Neubesiedlung gering ist, soll an dieser Stelle dennoch auf den Parameter „Distanz zu Unkenvorkommen“ eingegangen werden. Dies einerseits, weil er einen signifikanten Einfluss auf das Vorkommen von Unken hat. Andererseits, weil dieser Parameter in Bezug auf Neubesiedlungen von diversen Autoren ins Feld gebracht wird. Die vorliegenden Neubesiedlungsstandorte weisen mit durchschnittlich 351 m Distanz zum nächsten Unkenvorkommen eine ähnlich geringe Distanz auf wie die besiedelten Standorte im Schnitt (382 m). Hedinger et al. (2015) erwähnten bereits im Bericht 2009-14, dass Unken im Oberaargau nur kurze Distanzen zur Neubesiedlung überwinden, vermutlich wegen der teilweise kritischen Bestandssituation. Ähnlich fallen Erkenntnisse anderer Untersuchungen in der Schweiz aus. Im Unken-Workshop der karch (2014) wurde mehrfach berichtet, dass die Distanz zur Neubesiedlung von Tümpeln in verschiedenen Aufwertungsprojekten nur sehr gering war, im Bereich von 200 bis 500 m. Hertach und Schlitner (2014) zeigten maximale Wanderdistanzen von 350 m in ihrem Vernetzungsprojekt in Schwyz auf. Amstutz (2014) musste bei erstellten Tümpeln im Wald in Lyss (BE) gar feststellen,

dass bei kleinen Populationen bereits 100 m eine zu grosse Distanz darstellten. Karch (2014) weist darauf hin, dass Standorte in weiter Distanz wohl nur beim Vorhandensein grosser Quellpopulationen besiedelt werden. Betrachtet man nun die Distanzen der Aufwertungsstandorte ohne Unkennachweis (Anhang II b), so ist davon rund ein Drittel mehr als 1000 m respektive zwei Drittel mehr als 500 m vom nächsten Vorkommen entfernt. Besonders diejenigen mit über 1000 m Distanz sind für die kleinen Unkenvorkommen im Smaragdgebiet wohl bereits als zu gross zu erachten. Zumindest sinkt die Besiedlungswahrscheinlichkeit, je grösser diese Distanz ist. So sind u. a. die Aufwertungsstandorte LW42 (Niederönz), LW33 (Melchnau) und WA9 (Langenthal), die 4055 m, 3201 m resp. 2773 m vom nächsten Unkenvorkommen entfernt liegen, nicht besiedelt worden. Es könnte durchaus sein, dass die zu weite Distanz dafür ausschlaggebend ist.

Obwohl die Anzahl Tümpel gemäss logistischer Regression einen positiven Einfluss auf Unkenvorkommen aufwies, verfügen zwei Neubesiedlungsstandorte (LW1 & LW40) jeweils lediglich über einen Tümpel; an den beiden anderen Standorten (LW5 & LW31) sind es deren vier. Dies verdeutlicht, dass auch andere Faktoren für die Unken zentral sind. So ist z. B. die Besonnung an den neu besiedelten Standorten besonders hoch, was zumindest für Laichgewässer von Vorteil ist.

Auffällig ist, dass an keinem der Neubesiedlungsstandorte Fortpflanzung nachgewiesen wurde. Denkbar ist, dass es sich lediglich um temporäre Vorkommen handelt. Die neuen Tümpel könnten von den Unken als Trittsteine genutzt worden sein. Gerade wenn die Distanzen zwischen den Lebensräumen gross sind, nutzen Tiere sogenannte Trittsteinbiotope als Zufluchtsorte zwischen ihren Habitats oder Revieren (Hassler & Beyer, kein Datum).

### 5.3 Einfluss der Tümpelparameter auf die Akzeptanz als Fortpflanzungsgewässer

#### Fortpflanzung

Mit vier Standorten (LW17, WA2, WA35, WA35\_1; Fotos siehe Abbildung 30) und 18 Tümpeln ist der Umfang an Fortpflanzungsnachweisen an den 54 Aufwertungsstandorten gering ausgefallen. Hinzu kommt, dass 15 der 18 Tümpel im Kieswerk Risi liegen. Die Frage, welche Tümpelparameter massgebend sind, damit ein Gewässer von Unken zur Fortpflanzung genutzt wird, lässt sich mit dem vorliegenden Datensatz nicht beantworten. Hierzu bräuchte es mehr Standorte und Tümpel mit Fortpflanzungsnachweisen. Herangezogen wird stattdessen ein Vergleich der beobachteten Laichgewässereigenschaften mit Angaben aus der Literatur.



Abbildung 30: Standorte bzw. Tümpel mit Fortpflanzungsnachweisen (von oben links nach unten rechts): LW17.1, Standorte WA2, WA35 und WA35\_1. An den beiden letztgenannten Standorten waren die Fahrzeugspuren kurz zuvor erneuert worden (Fotos: Ch. Andrey, Mai 2016).

Die Besonnung fällt in den Tümpeln mit Fortpflanzungsnachweis sehr unterschiedlich aus: von ganztags (WA2, 15 Tümpel), mehr als halbtags (LW17.1, 1 Tümpel) bis zu ein oder eineinhalb Stunden (WA35.3 & 35\_1.7, je 1 Tümpel). Diverse Autoren halten fest, dass der Besonnung von Laichgewässern eine hohe Bedeutung zukommt und dass die Gelbbauchunke auch meist in son-

nenexponierten Tümpeln ablaicht (Niekisch, 1996; Barandun & Reyer, 1997; Gollmann & Gollmann 2012; Nöllert et al., 2014). Höhere Wassertemperaturen in besonnten Tümpeln ermöglichen nämlich eine rasche Larvalentwicklung (Gollmann & Gollmann, 2012). Im Gegensatz zur vorliegenden Untersuchung fanden Niekisch (1996) sowie Barandun und Reyer (1997) Laich und Larven ausschliesslich in sonnenexponierten Gewässern. Cayuela et al. (2011) konstatieren, dass Unken besonnte Laichgewässer bevorzugen. Die Fortpflanzungstümpel an den beiden schattigen, im Wald gelegenen Standorte weisen zwar kaum Besonnung, dafür aber auch geringe Gewässerausmasse auf. Kleinere Wasserkörper erwärmen sich rascher, was die geringe Besonnung kompensieren könnte.

Bezüglich der Gewässergrösse sind neun der 18 Fortpflanzungstümpel als klein ( $0.4 - 2 \text{ m}^2$ ), acht als mittelgross bis gross ( $2.5 - 11.5 \text{ m}^2$ ) und einer als sehr gross ( $105 \text{ m}^2$ ) einzustufen. Die Gewässerausmasse vieler Tümpel schwanken zum Teil stark, und zwar in Abhängigkeit von Niederschlägen und Verdunstung. Da es im Zeitraum der Habitatkartierungen viel geregnet hat, sind die gemessenen Tümpelausmasse am ehesten als Maximalgrössen anzusehen. Wie bereits im Kapitel 2.1.1 erwähnt, sind die von Gelbbauchunken bevorzugten Laichtümpel meist klein, d. h. weniger als  $1 \text{ m}^2$  gross, sie können jedoch auch grossflächiger sein (Gollmann & Gollmann, 2012). Am Fluss „Gluyère“ (Frankreich) wurden Gewässer von mehreren Quadratmetern (ab  $4 \text{ m}^2$ ) von den Unken bevorzugt (Cayuela et al., 2011). Niekisch (1996) stellte in seinen Untersuchungen auch in einem Weiher von  $1200 \text{ m}^2$  Fortpflanzung fest, abgelaicht wurde jedoch nur im flachen Uferbereich.

Was den Parameter „Gewässertiefe“ anbelangt, weisen Unkengewässer in der Regel eine geringe Tiefe von einigen Zentimetern bis zu einem Meter auf (Gollmann & Gollmann, 2012). Dies trifft auch auf die Laichgewässer im Smaragdgebiet Oberaargau zu: Alle 18 Tümpel sind zwischen 6 und 52 cm tief (siehe Anhang II a).

Der Pflanzenbewuchs war in 16 von 18 zur Fortpflanzung genutzten Tümpeln sehr gering, er betrug maximal 10 % (= Deckungsgrad). In zwei Tümpeln erreichte er 60 %, v. a. von Unterwasserpflanzen oder Schwimmblattpflanzen geprägt. Andere Untersuchungen kommen auf vergleichbare Erkenntnisse. Die Auswertungen von Lüscher et al. (2009) zeigten, dass Larvengewässer im Kanton Bern in 68 % der Fälle vegetationslos waren. Pichenot (2008) führt zunehmenden Bewuchs als Ursache auf, weshalb Tümpel nicht mehr zur Fortpflanzung genutzt wurden. In Untersuchungen von Dietrich (2002) fand erfolgreiche Fortpflanzung fast ausschliesslich in frisch erstellten oder ausgeräumten, sprich vegetationsfreien Gewässern statt. Ferner halten Miesler und Gollmann (2000) fest, dass ein Laich- zu einem Aufenthaltsgewässer wird, wenn es zu einer Zunahme an Seggen- und Schilfbewuchs (= Röhricht) kommt. Starker Bewuchs zieht niedrigere Wassertemperaturen mit sich, was einen Tümpel als Unkenlaichgewässer ungeeignet machen

kann (Pichenot, 2008). Deswegen ist eine künstliche oder natürliche Dynamik, die fortlaufend neue, geeignete Laichgewässer schafft oder diese erneuert, für den Erhalt der Gelbbauchunke unerlässlich.

Die qualitative Auswertung des Pflanzenbewuchses hat gezeigt, dass der durchschnittliche Deckungsgrad aller angebotenen Tümpel 40 % beträgt, also viermal mehr als derjenige in den genutzten Fortpflanzungstümpeln. Insgesamt 40 % aller Aufwertungstümpel weisen mehr als 40 % Pflanzenbewuchs auf (Anhang II a). Zwei Beispiele von Aufwertungstümpeln, die zwar besiedelt sind, in denen aber keine Fortpflanzung stattgefunden hat, sind die Tümpel an LW31 und WA10. Der Deckungsgrad an Pflanzenbewuchs in allen Tümpeln an diesen beiden Standorten beträgt 50 – 160 % und könnte somit ein Grund für die fehlende Fortpflanzung sein. Soll garantiert werden, dass den Unken genügend geeignete Laichgewässer zur Verfügung stehen, so muss das Zuwachsen der Aufwertungstümpel unbedingt verhindert werden. Die genannten Feststellungen unterstreichen die von Hedinger et al. (2015) bereits erwähnte grosse Bedeutung der Unterhaltmassnahmen.

## 6 Fazit und Ausblick

Die Auswertungen der vorliegenden Arbeit haben gezeigt, dass nach wie vor nur 12 der 54 Aufwertungsstandorte im Smaragdgebiet von Unken besiedelt sind. Des Weiteren sind die lokalen Populationen, ausser im Kieswerk Risi, immer noch als klein einzustufen. Die festgestellte Neubesiedlung an vier Standorten ist eine positive Erkenntnis, die jedoch vom Verschwinden anderer Vorkommen getrübt wird. An drei ursprünglich besiedelten Standorten wurden bereits seit den Aufwertungen und an einem in der vorliegenden Untersuchung keine Unken mehr gesichtet. An drei weiteren Standorten gab es nur temporär, d. h. seit den Aufwertungen bis maximal im Jahre 2015 Unkennachweise. Nichts desto trotz muss an dieser Stelle erwähnt werden, wie bedeutsam das Aufwertungsprojekt für die Gelbbauchunke im Smaragdgebiet für den Erhalt der Art in der Region ist. Es trägt dazu bei, den fortschreitenden Lebensraumverlust und den Rückgang der Unkenvorkommen einzudämmen.

Für weitere Aufwertungsmaßnahmen im Smaragdgebiet Oberaargau ist zentral, dass neue Gewässer auf Grund der geringen (Neu-)Besiedlungsdistanzen möglichst nahe bei bestehenden Vorkommen erstellt werden. Gemäss den vorliegenden Daten sind dabei Distanzen von weniger als 400 m zu bevorzugen. Für die Unken ist massgebend, dass es sich um Tümpelgruppen handelt. Dabei sollen in regelmässigen Abständen neue Tümpel ausgehoben und bestehende inklusive Umgebung unterhalten werden. Dies garantiert, dass der fortschreitenden Sukzession Einhalt geboten werden kann und die Standorte für die Unke geeignet bleiben. Mittels Bewirtschaftungsverträgen wurde dem bereits Rechnung getragen. Zentral sind nun die Überprüfung und allfällige Anpassung der vereinbarten Unterhaltmassnahmen.

Die Datengrundlage für die Auswertung der fortpflanzungsrelevanten Tümpelparameter war für stichhaltige Schlussfolgerungen zu gering. Empfehlenswert wäre eine entsprechende Untersuchungen an weniger Standorten, aber mit einer grösseren Anzahl Begehungen während der ganzen Laichsaison. Ebenfalls sinnvoll wäre eine Überprüfung des Fortpflanzungserfolges anhand von Nachweisen von Metamorphlingen und Jungunken. Laich und Larven sind dafür nicht ausreichend, sind sie doch der Austrocknungsgefahr in temporären Tümpeln und den Prädatoren gegenüber stärker ausgeliefert.

Um die längerfristigen Auswirkungen der Aufwertungen im Smaragdgebiet Oberaargau und generell die Bestandsentwicklung der Unken überprüfen zu können, sollte nach Möglichkeit ein Monitoring durchgeführt werden. Ferner wäre wichtig herauszufinden, ob und was für weitere Faktoren ausschlaggebend dafür sind, dass die bisherigen Aufwertungsstandorte nicht in einem grösseren Ausmass besiedelt worden sind. Einbezogen werden könnte eine detaillierte Analyse des Landlebensraums (Versteckstrukturen etc.) oder auch der Auswirkung von Fragmentierungselementen wie Strassen oder anderen Barrieren.

## 7 Literatur

- Abbühl, R. (1997). Zur Ökologie der Gelbbauchunke (*Bombina variegata variegata* L.) - Populationsdynamik, Habitats- und Verhaltensstudien als Grundlage zum Schutz. Basel.
- Abbühl, R., & Durrer, H. (1998). Modell zur Überlebensstrategie der Gelbbauchunke (*Bombina variegata*). Salamandra, 34 (3), S. 273-278.
- Amstutz, R. (2014). Réaliser des gouilles à sonneurs en forêt facile? Tests à Lyss (BE) et Laufon (BL) 2008-2013. Unken-Workshop (unveröffentlicht). Bern.
- Angelone, S., Fäh, R., Peter, A., Scheidegger, C., & Schleiss, A. (2012). Flussrevitalisierungen: eine Übersicht. In: Merkblatt-Sammlung Wasserbau und Ökologie. Bern: BAFU.
- BAFU Bundesamt für Umwelt. (2012). Berner Konvention anerkennt 37 Schweizer Smaragd-Gebiete. Abgerufen am 25. Februar 2016 von <http://www.bafu.admin.ch/dokumentation/medieninformation/00962/index.html?lang=de&msg-id=46957>
- Barandun, J., & Reyer, H.-U. (1997). Reproductive Ecology of *Bombina variegata*: Characterisation of Spawning Ponds. Amphibia-Reptilia, 18, 143-154.
- Barandun, J., Reyer, H.-U., & Anholt, B. (1997). Reproductive ecology of *Bombina variegata*: aspects of life history. Amphibia-Reptilia, 18, S. 347-355.
- Blaustein, A., Gervasi, S., Johnson, P., Hoverman, J., Belden, L., Bradley, P., & Xie, G. (2012). Ecophysiology meets conservation: understanding the role of disease in amphibian population declines. Philosophical Transactions of the Royal Society B, 367, 1688–1707.
- Böll, S. (2002). Ephemere Laichgewässer: Anpassungsstrategien und physiologische Zwänge der Gelbbauchunke (*Bombina variegata*) in einem Lebensraum mit unvorhersehbarem Austrocknungsrisiko (PhD-Thesis). Würzburg: Julius-Maximilians-Universität.
- Brandt, H. (2015). Dispersal in a Metapopulation of the Yellow-Bellied Toad: Does Conservation Action Work? Zürich: Universität Zürich.
- Bühl, A., & Zöfel, P. (2002). Erweiterte Datenanalyse mit SPSS: Statistik und Data-Mining. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag.
- Bühler, C., Cigler, H., & Lippuner, M. (2013). Amphibienlarven Bestimmung. Neuenburg: Fauna Helvetica 17 & karch.
- Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (NHG). (1. Juli 1966). SR 451 (Stand am 12. Oktober 2014).

- Bundesgesetz über die Landwirtschaft (Landwirtschaftsgesetz LWG). (29. April 1998). SR 910.1 (Stand am 1. Januar 2015).
- Canessa, S., Oneto, F., Ottonello, D., Arillo, A., & Salvidio, S. (2013). Land abandonment may reduce disturbance and affect the breeding sites of an Endangered amphibian in northern Italy. *Fauna & Flora International, Oryx* 47 (2), 280–287.
- Cayuela, H., Cheylan, M., & Joly, P. (2011). The best of a harsh lot in a specialized species: breeding habitat use by the yellow-bellied toad (*Bombina variegata*) on rocky riverbanks. *Amphibia-Reptilia*, 32, S. 533-539.
- Cayuela, H., Quay, L., Dumet, A., Léna, J.-P., Miaud, C., & Rivière, V. (2015). Intensive vehicle traffic impacts morphology and endocrine stress response in a threatened amphibian. *Oryx, FirstView*, S. 1-7.
- CSCF Centre Suisse de Cartographie de la Faune. (2016). Amphibien-Beobachtungen >1980 Smaragdgebiet Oberaargau. Neuenburg.
- CSCF Centre Suisse de Cartographie de la Faune. (kein Datum). InfoFauna - Verbreitungskarten Tierarten. Abgerufen am 26. Februar 2016 von <http://lepus.unine.ch/carto/index.php?year=2000&nuesp=70111&hillsh=on&lacs=on&rivers=on&cantons=on>
- Delarze, R., Gonseth, Y., & Guisan, A. (2003). Smaragd-Netz in der Schweiz Ergebnisse der Vorarbeiten. Schriftenreihe Umwelt Nr. 347. Bern: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft.
- Denoël, M. (2004). Verbreitung und Charakterisierung der aquatischen Lebensräume von Molchen und Gelbbauchunken im Bezirk Ioannina (Epirus, Griechenland). *Herpetozoa*, 17 (1/2), S. 49-64.
- Dietrich, M. (2002). Reproduktionserfolg der Gelbbauchunke (*Bombina variegata*) in Abhängigkeit vom Gewässertyp - Abschlussbericht der BUND Ortsgruppe Kirchheim-Teck.
- ECOTER. (2011). Plan national d'actions en faveur du Sonneur à ventre jaune *Bombina variegata*. Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Lorraine.
- Esri Inc. (2014). Arc GIS for Desktop. Version 10.3.0. 4322.
- European Commission. (2009). Yellow-bellied toad, *Bombina variegata* - factsheet. EU Wildlife and Sustainable Farming project 2009.

- Ewald, K., & Klaus, G. (2010). Die ausgewechselte Landschaft - Vom Umgang der Schweiz mit ihrer wichtigsten natürlichen Ressource. Bern/Stuttgart/Wien: Haupt.
- Gebel, M. (2014). Gelbbauchunke (*Bombina variegata*). Abgerufen am 29. Juli 2016 von <http://www.amphibien-reptilien.com/info-gelbbauchunke-bombina-variegata.html>
- Genthner, H., & Hölzinger, J. (2007). Gelbbauchunke *Bombina variegata* (LINNAEUS, 1785). In H. Laufer, K. Fritz, P. Sowig, S. Bauer, M. Boschert, R. Böttcher, . . . H.-J. Zurmühle, Die Amphibien und Reptilien Baden-Württembergs (S. 271-292). Stuttgart (Hohenheim): Ulmer.
- Glandt, D. (1986). Die saisonalen Wanderungen der mitteleuropäischen Amphibien. Bonner Zoologische Beiträge, 37, S. 211-228.
- Gollmann, B., & Gollmann, G. (2012). Die Gelbbauchunke: von der Suhle zur Radspur. Bielefeld: Laurenti-Verlag.
- Gollmann, B., Gollmann, G., & Grossenbacher, K. (2012). *Bombina variegata* (Linnaeus 1785) - Gelbbauchunke. In K. Grossenbacher, J. Arntzen, S. Böll, M. Franzen, M. García-París, B. Gollmann, . . . M. Vences, Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas (S. 303-361). Wiebelsheim: AULA-Verlag.
- Groza, M. I., Szeibel, N., Letai, V., Tóth, A., & Radu, N. R. (2006). Tropical spectrum of a *Bombina variegata* population from Vadu Crișului (Bihor County, Romania). Analele Universității din Oradea, Fascicula Biologie, S. 32-34.
- Hartel, T. (2008). Movement activity in a *Bombina variegata* population from a deciduous forested landscape. North-Western Journal of Zoology, 4, S. 79-90.
- Hassler, M., & Beyer, D. (kein Datum). Trittsteinbiotope - wichtig für Biotopverbund am Niederrhein. Abgerufen am 22. August 2016 von <http://nabuneuss.jimdo.com/wissenswertes/das-trittsteinbiotop/>
- Hedinger, C., Stirnimann, W., Imesch, C., Graf, O., Lakerveld, P., Lüscher, B., . . . Huber, C. (2015). Aufwertungsarbeiten im Smaragd-Gebiet Oberaargau: Bilanz 2009-2014 technischer Bericht inkl. Anhang (unveröffentlicht). Bern.
- Hertach, T., & Schlitner, M. (2014). Unke in landwirtschaftlichen Vernetzungsprojekten: ein Fallbeispiel aus Schwyz. Unken-Workshop (unveröffentlicht). Bern.
- IUCN International Union for Conservation of Nature. (März 2015a). The IUCN Red List of Threatened Species: *Bombina variegata*. Abgerufen am 2. März 2016 von <http://www.iucnredlist.org/details/54451/0>

- IUCN International Union for Conservation of Nature. (März 2015b). IUCN Red List Of Threatened Species: *Bombina variegata*. Abgerufen am 26. Februar 2016 von <http://maps.iucnredlist.org/map.html?id=54451>
- IUCN International Union for Conservation of Nature. (2016). Summary Statistics. Abgerufen am 10. Juli 2016 von [http://www.iucnredlist.org/about/summary-statistics#How\\_many\\_threatened](http://www.iucnredlist.org/about/summary-statistics#How_many_threatened)
- karch Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz. (2014). Zusammenfassung zum Workshop "Naturschutzpraxis der Gelbbauchunke". Bern.
- Lippuner, M. (2014a). Auf Vielfalt angewiesen - Förderung der Gelbbauchunke. *Ornis*, 6, 35-37.
- Lippuner, M. (2014b). Lebensraumanalyse für die Gelbbauchunke (*Bombina variegata*). Tagung zum Thema Förderung der Gelbbauchunke (unveröffentlicht). Bern.
- Lüscher, B. (2016). Amphibiendaten der Erfolgskontrolle Smaragd 2010 bis 2014 (Projektleitung Lüscher B.; unveröffentlicht). Bern.
- Lüscher, B., Möhl, A., & Althaus, S. (2009). Gelbbauchunken im Kanton Bern. Bern.
- Mermod, M., Zumbach, S., Borgula, A., Krummenacher, E., Lüscher, B., Pellet, J., & Schmidt, B. (2011). Praxismerkblatt Artenschutz: Gelbbauchunke *Bombina variegata*. Neuenburg: karch Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz.
- MeteoSchweiz. (2016). Klimabulletin Mai 2016. Zürich.
- Meyer, A., Zumbach, S., Schmidt, B., & Monney, J.-C. (2014). Auf Schlangenspuren und Krötenpfaden - Amphibien und Reptilien der Schweiz. Bern: Haupt-Verlag.
- Miesler, M., & Gollmann, B. (30. Jun 2000). Populationsstruktur, Wachstum und Fortpflanzung der Gelbbauchunke: eine Ein-Jahres-Studie aus dem Lainzer Tiergarten. *Herpetozoa*, 13, S. 45-54.
- Niekisch, M. (1996). Die Gelbbauchunke: Biologie, Gefährdung, Schutz. Weikersheim: Margraf.
- Nöllert, A., Podlucky, R., Gollmann, G., Schmidt, B., Zumbach, S., Engel, E., . . . Arendt, A. (2014). Gelbbauchunke - Lurch des Jahres 2014. Mannheim: Deutsche Gesellschaft für Herpetologie und Terrarienkunde e.V. (DGHT).
- Pichenot, J. (2008). Contribution à la Biologie de la Conservation du Sonneur à ventre jaune (*Bombina variegata* L.). Écologie spatiale et approche multi-échelles de la sélection de l'habitat en limite septentrionale de son aire de répartition. Dissertation Université de Reims Champagne-Ardenne.

- Primus, J. (2013). Dispersal and migration in yellow-bellied toads, *Bombina variegata*. Diplomarbeit Universität Wien. Wien.
- RStudio Inc. (2013). RStudio Version 0.98.501. Abgerufen am 12. Mai 2016 von <https://www.rstudio.com/products/rstudio/download/>
- Sas, I., Covaciu-Marcov, S.-D., Cupsa, D., Cicort-Lucaciu, A.-S., & Popa, L. (2005). Food analysis in adults (males/females) and juveniles of *Bombina variegata*. *Analele Științifice ale Universității „Al. I. Cuza” Iași*, s. Biologie animală, 51, S. 169-177.
- Scheele, B., Boyd, C., Fischer, J., Fletcher, A., Hanspach, J., & Hartel, T. (2014). Identifying core habitat before it's too late: the case of *Bombina variegata*, an internationally endangered amphibian. *Biodiversity and Conservation*, 23, 775-780.
- Schlüpmann, M., & Kupfer, A. (November 2009). Methoden der Amphibienerfassung – eine Übersicht. *Zeitschrift für Feldherpetologie*, Supplement 15, S. 7–84.
- Schmidt, B., & Zumbach, S. (2005). Rote Liste der gefährdeten Amphibien der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft und Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz. BUWAL-Reihe: Vollzug Umwelt. Bern.
- Schweizerische Eidgenossenschaft. (kein Datum). map.geo.admin. Abgerufen am 25. Mai 2016 von [https://map.geo.admin.ch/?lang=de&topic=ech&bgLayer=ch.swisstopo.swissimage&layers=ch.swisstopo.zeitreihen,ch.bfs.gebaeude\\_wohnungs\\_register,ch.bafu.wrz-wildruhezonen\\_portal,ch.swisstopo.swisstlm3d-wanderwege&layers\\_visibility=false,false,false,false&laye](https://map.geo.admin.ch/?lang=de&topic=ech&bgLayer=ch.swisstopo.swissimage&layers=ch.swisstopo.zeitreihen,ch.bfs.gebaeude_wohnungs_register,ch.bafu.wrz-wildruhezonen_portal,ch.swisstopo.swisstlm3d-wanderwege&layers_visibility=false,false,false,false&laye)
- SRF Schweizer Radio und Fernsehen. (2016). SRF Meteo. Abgerufen am April bis Juni 2016 von [www.srf.ch/meteo](http://www.srf.ch/meteo)
- Tanadini, L., & Schmidt, B. (2011). Population Size Influences Amphibian Detection Probability: Implications for Biodiversity Monitoring Programs. *PLoS ONE*, 6(12): e28244.
- Tóth, A., Ferenti, S., Toth, G., Teodorescu, A., & Tötös, M. (2007). The tropical spectrum of some populations of *Bombina variegata* in Poiana Tășad locality area (county of Bihor, Romania). *Herpetologica Romanica*, Vol. 1, S. 12-16.
- Twelbeck, R. (2004). Die Situation der Gelbbauchunke *Bombina variegata* (Anhang II der FFH-Richtlinie). Bericht der Arbeitsgemeinschaft Amphibien- und Reptilienschutz in Rodenbach: Arbeitsgemeinschaft Amphibien- und Reptilienschutz in Hessen e.V. (AGAR).

Verein Smaragd-Gebiet Oberaargau. (kein Datum). Smaragd-Gebiet Oberaargau. Abgerufen am 25. Februar 2016 von <http://www.smaragdoberaargau.ch/index.php/smaragd>

Verordnung über das Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler (VBLN). (10. August 1977). SR 451.11 (Stand am 1. Juli 2010).

Verordnung über den Natur- und Heimatschutz (NHV). (16. Januar 1991). SR 451.1 (Stand am 1. März 2015).

Verordnung über den Schutz der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung (Amphibienlaichgebiete-Verordnung; AlgV). (15. Juni 2001). SR 451.34 (Stand am 1. Januar 2014).

Vredenburg, V., & Wake, D. (2007). Global declines of amphibians. S. 1-7.

Zahn, A., & Niedermeier, U. (2004). Zur Reproduktionsbiologie von Wechselkröte (*Bufo viridis*), Gelbbauchunke (*Bombina variegata*) und Laubfrosch (*Hyla arborea*) im Hinblick auf unterschiedliche Methoden des Habitatmanagements. Zeitschrift für Feldherpetologie, 11, S. 41-64.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Charakteristische Merkmale der Gelbbauchunke: Oberseite (A) und Bauchunterseite (B) eines Adulttiers, bedornete Warzen auf dem Rücken eines Männchens (C), herzförmige Pupille (D), ((Pichenot, 2008), verändert).....	11
Abbildung 2: Temporärer Tümpel in den Senseauen (FR/BE): Die natürliche Dynamik der noch intakten Auenlandschaft schafft für die Gelbbauchunke geeignete Laichgewässer (Foto: Ch. Andrey, 14.5.2015).....	12
Abbildung 3: Stark bewachsener, kaum Wasser führender Tümpel (rot umrahmt) im Wald oberhalb der Ziegelei Roggwil; von subadulten Unken als Aufenthaltsgewässer genutzt (Foto: Ch. Andrey, 21.4.2016).....	13
Abbildung 4: Stark zugewachsener Tümpel am Standort LW31, ebenfalls von subadulten Unken als Aufenthaltsgewässer genutzt (Foto: Ch. Andrey, 22.4.2016). ....	13
Abbildung 5: Als Laichgewässer genutzter, stark besonnter und beinahe vegetationsfreier Tümpel mit lehmigem Gewässergrund im Kieswerk Risi in Aarwangen (BE). Im Rahmen der Aufwertungsarbeiten im Smaragdgebiet erstellt (Foto: Ch. Andrey, 8.5.2016).....	14
Abbildung 6: Temporäre Tümpel in einer Fahrzeugspur im Chlosterwald bei St. Urban (LU), die im Rahmen des Aufwertungsprojekts erstellt und 2016 gerade erneuert wurden. 2016 konnte hier Laich nachgewiesen werden (Foto: Ch. Andrey, 29.4.2016).....	14
Abbildung 7: Nagergänge in dieser Böschung wurden von einem Gelbbauchunkenweibchen als Winterquartier aufgesucht (Pichenot, 2008).....	16
Abbildung 8: Unkenlaich am Standort WA2 Kieswerk Risi in Aarwangen (Foto: Ch. Andrey, 8.5.2016).....	21
Abbildung 9: Verbreitung der Gelbbauchunke <i>Bombina variegata</i> in Europa ((IUCN, 2015b), verändert).....	22
Abbildung 10: Verbreitungskarte der Gelbbauchunke in der Schweiz ((CSCF, kein Datum), verändert).....	23
Abbildung 11: Standorte der Gelbbauchunkennachweise im Smaragdgebiet Oberaargau vor den Aufwertungsmassnahmen (grün eingekreist: wichtigste Populationen) (CSCF, 2016).....	29
Abbildung 12: Eine Badewanne, die am Standort LW25 als Abdichtung eines Unkentümpels eingesetzt wurde (Foto: Ch. Andrey, 4.5.2016).....	32

Abbildung 13: Für dieses Unkengewässer am Standort LW25 wurde eine Folie als Abdichtung verwendet (Foto: Ch. Andrey, 4.5.2016).....	32
Abbildung 14: Übersichtskarte zu den 54 untersuchten Aufwertungsstandorten für die Gelbbauchunke im Smaragdgebiet Oberaargau.....	33
Abbildung 15: Übersichtskarte zu den untersuchten Aufwertungsstandorten für die Gelbbauchunke: Rote Punkte sind Standorte ohne Nachweis, hellgrüne und hellblaue solche mit Unkennachweis, letztere zählen als Neubesiedlungsstandorte.....	38
Abbildung 16: Visualisierung des Parameters "Anzahl Tümpel": Die logistische Regressionskurve verdeutlicht, dass eine höhere Anzahl Tümpel an einem Standort einen positiven Effekt auf Unkenpräsenz hat ( $p = 0.033$ ). (Blau ergänzend eingezeichnet: vier Standorte mit Fortpflanzungsnachweis.).....	39
Abbildung 17: Visualisierung des Parameters "Distanz zu Unkenvorkommen": Die logistische Regressionskurve verdeutlicht, dass eine Besiedlung umso wahrscheinlicher ist, je näher der Standort zu einem anderen Unkenvorkommen liegt ( $p = 0.041$ ). (Blau ergänzend eingezeichnet: 4 Standorte mit Fortpflanzungsnachweis).....	40
Abbildung 18: Scatterplot der Anzahl Tümpel in Abhängigkeit zur Gesamtwasserfläche: hoher, positiver Zusammenhang ( $r = 0.733$ , $p = 0.007$ ), d. h. je mehr Tümpel pro Standort, umso grösser die Gesamtwasserfläche; resp. je grösser die Gesamtwasserfläche, umso mehr Tümpel an Standort. ....	41
Abbildung 19: Scatterplot der Besonnung in Abhängigkeit zur Distanz zum nächsten Wald: hoher, positiver Zusammenhang ( $r = 0.717$ , $p = 0.009$ ), d. h. je höher die Besonnung an einem Standort, umso grösser die Distanz zum nächstgelegenen Wald; resp. je grösser die Distanz zum nächsten Wald, umso höher die Besonnung.....	41
Abbildung 20: Boxplot der Anzahl Tümpel an den Aufwertungsstandorten: Im Durchschnitt sind 4.5 Tümpel vorhanden.....	42
Abbildung 21: Boxplot der Wasserfläche an den Aufwertungsstandorten: Durchschnittlich misst die Gesamtwasserfläche $38 \text{ m}^2$ . ....	42
Abbildung 22: Boxplot der Besonnung an einem Aufwertungsstandort pro Tag: Im Schnitt erhält jeder Standort 7 Stunden Sonneneinstrahlung täglich. ....	42
Abbildung 23: Boxplot der Distanz zu Wald: Im Durchschnitt beträgt die Distanz der Aufwertungsstandorte zum nächstgelegenen Wald 82 m. ....	42

Abbildung 24: Boxplot der Distanz der Aufwertungsstandorte zum nächsten Unkenvorkommen: Die durchschnittliche Distanz beträgt 759 m.....	42
Abbildung 25: Neubesiedlungsstandorte: LW5 (links oben), LW26, (rechts oben), LW31 (links unten), LW40 (rechts unten) (Fotos: Ch. Andrey, 2016) .....	44
Abbildung 28: Scatterplot des Tümpelparameters „Pflanzenbewuchs“: Der Gesamtbewuchs der für die Fortpflanzung genutzten Tümpel weist einen geringen Deckungsgrad von 0 – 10 % auf, in zwei jedoch 60 %. Der Scatterplot zeigt zudem, dass viele der Aufwertungstümpel ohne Fortpflanzungsnachweis bereits einen hohen Grad an Pflanzenbewuchs aufweisen.....	47
Abbildung 26: Scatterplot des Tümpelparameters „Besonnung“: Die meisten der als Laichgewässer genutzten Tümpel sind täglich rund 13 Stunden besonnt. Im Gegensatz dazu weisen zwei Fortpflanzungsgewässer weniger als zwei Stunden täglicher Besonnung auf. ....	47
Abbildung 27: Scatterplot des Tümpelparameters „Deckungsgrad Röhricht“: In den 18 als Laichgewässer genutzten Tümpeln beträgt der Deckungsgrad an Röhricht weniger als 8 %. Viele der anderen, nicht als Laichgewässer genutzten Tümpel weisen bereits einen grösseren Bewuchs an Röhricht auf.....	47
Abbildung 29: Visualisierung des Parameters "Anzahl Tümpel": Die logistische Regressionskurve verdeutlicht, dass eine höhere Anzahl Tümpel an einem Standort einen signifikant positiven Effekt auf Unkenpräsenz hat ( $p = 0.033$ ). .....	50
Abbildung 30: Standorte bzw. Tümpel mit Fortpflanzungsnachweisen (von oben links nach unten rechts): LW17.1, Standorte WA2, WA35 und WA35_1. An den beiden letztgenannten Standorten waren die Fahrzeugspuren kurz zuvor erneuert worden (Fotos: Ch. Andrey, Mai 2016).....	54

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Untersuchungsstandorte 2016. Aufgeführt sind nebst den geografischen Standortinformationen auch das Umsetzungsjahr sowie die Anzahl Tümpel. Durchgestrichen sind LW28 und LW34, die keine funktionierenden Tümpel aufwiesen und daher nicht untersucht wurden (LW = auf Landwirtschaftsland, WA = im Wald). .....	31
Tabelle 2: Parameter mit Definitionen.....	34
Tabelle 3: Übersicht zu den Unkennnachweisen (x) an den Aufwertungsstandorten (Gelbbauchunkennachweise: „davor“ = vor den Aufwertungen am jeweiligen Standort; „seit Aufwertung bis 2015“ = min. ein Nachweis in den Jahren seit der Aufwertung bis 2015; 2016 = Nachweise der vorliegenden, zweiten Wirkungskontrolle; * = 2016 mit Fortpflanzungsnachweis; grau markiert = Standorte mit Nachweis in min. einem der Zeiträume).....	37
Tabelle 4: Test aller untersuchten Lebensraum-Standortparameter für die Präsenz der Gelbbauchunke. Die Parameter „Anzahl Tümpel“ und „Distanz zu Unkenvorkommen“ waren signifikant. ....	39
Tabelle 5: Ergebnisse der Korrelationsanalyse der fünf Standortparameter (n = 12 Standorte mit Unkennnachweis, r = Korrelationskoeffizient, p = p-Wert; r > 0.7 = hohe <b>Korrelation</b> ). ....	40
Tabelle 6: Eigenschaften der 54 Aufwertungsstandorte: Durchschnittswerte ( $\pm$ Standardabweichung), Maximal- und Minimalwerte der fünf Standortparameter. ....	42
Tabelle 7: Alle 12 Aufwertungsstandorte mit Unkennnachweis, aufgelistet mit deren Standortparametern (einzeln, im Durchschnitt $\pm$ Standardabweichung, Maximal- und Minimalwerte), dazu im Vergleich das durchschnittliche, maximale und minimale Angebot aller Aufwertungsstandorte (LW = auf Landwirtschaftsland, WA = im Wald). ....	43
Tabelle 8: Neubesiedlungsstandorte (n = 4) mit deren Standortparametern (einzeln, im Durchschnitt, maximal, minimal), dazu im Vergleich das durchschnittliche, maximale und minimale Angebot aller Aufwertungsstandorte (N = 54). ....	44
Tabelle 9: Alle 18 (=n) Tümpel mit Fortpflanzungsnachweis, aufgelistet mit deren Tümpelparametern (einzeln, im Durchschnitt, Maximal- und Minimalwerte), dazu im Vergleich das durchschnittliche, maximale und minimale Angebot aller Tümpel (N = 233) an den Aufwertungsstandorten (LW = auf Landwirtschaftsland, WA = im Wald, Beso = Besonnung, Gr = Tümpelgrösse, L = Länge, B = Breite, T = Tiefe in 4 Klassen siehe Tabelle 2, UW = Unterwasserpflanzen, SB = Schwimmblattpflanzen, Roe = Röhricht, SW = seichtwassertolerante Pflanzen, Bew = Bewuchs).....	46

---

## **Anhang**

- I Plagiatserklärung
- II Rohdaten Habitatkartierung
  - a Tümpelparameter
  - b Standortparameter
- III Gelbbauchunkenkartierung

---

## Anhang I: Plagiatserklärung

### ERKLÄRUNG

#### betreffend das selbständige Verfassen einer Bachelorarbeit im Departement Life Sciences und Facility Management

Mit der Abgabe dieser Bachelorarbeit versichert der/die Studierende, dass er/sie die Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst hat.

Der/die unterzeichnende Studierende erklärt, dass alle verwendeten Quellen (auch Internetseiten) im Text oder Anhang korrekt ausgewiesen sind, d. h. dass die Bachelorarbeit keine Plagiate enthält, also keine Teile, die teilweise oder vollständig aus einem fremden Text oder einer fremden Arbeit unter Vorgabe der eigenen Urheberschaft bzw. ohne Quellenangabe übernommen worden sind.

Bei Verfehlungen aller Art treten Paragraph 39 und Paragraph 40 der Rahmenprüfungsordnung für die Bachelor- und Masterstudiengänge an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften vom 29. Januar 2008 sowie die Bestimmungen der Disziplinarmaßnahmen der Hochschulordnung in Kraft.

Ort, Datum:

.....

Unterschrift:

.....

## Anhang II: Rohdaten Felderhebung

### a Tümpelparameter

Tümpel Nr	BeSo	Gr	L	B	T	T [cm]	UW	SP	Roe	SW	Bewuchs	Fortpfl	GGrund	Trueb
LW1.1	6,5	2,5	1,9	1,5	3	24	0	0	20	0	20	0	1	0
LW1.2	6,5	7,0	3,8	2,0	4	32	0	0	10	15	25	0	1	0
LW1.3	6,5	3,5	3,2	1,2	3	23	0	0	0	7	7	0	1	0
LW3.1	12,0	40,0	7,5	5,5	4	> 30	20	1	50	0	71	0	1	0
LW3.2	12,0	5,5	3,5	1,7	3	27	0	0	50	0	50	0	1	0
LW5.1	11,5	0,6	1,2	0,6	3	27	0	30	15	0	45	0	4	1
LW5.2	11,5	0,6	1,1	0,6	3	26	0	30	15	0	45	0	4	1
LW5.3	11,5	7,3	3,9	2,0	2	18	0	0	5	0	5	0	4	0
LW5.4	11,5	1,5	1,4	1,2	2	15	0	0	0	5	5	0	4	0
LW6.1	11,5	8,0	5,1	1,8	3	26	0	0	90	0	90	0	1	0
LW6.2	11,5	13,5	9,5	1,5	4	40	0	0	70	0	70	0	1	0
LW6.3	11,5	1,8	2,2	1,1	2	16	40	0	50	5	95	0	1	0
LW6.4	11,5	7,0	19,0	0,4	2	13	60	0	30	1	91	0	1	0
LW9.1	8,5	1,8	1,5	1,4	2	12	0	0	5	0	5	0	1	1
LW10.1	4,0	1,5	2,2	1,1	1	5	0	0	50	40	90	0	1	0
LW10.2	4,0	1,2	1,4	1,3	1	7	0	0	10	20	30	0	1	0
LW12.1	11,0	1,2	1,6	0,9	2	11	0	0	0	25	25	0	1	0
LW12.2	11,0	0,7	1,2	0,8	2	15	0	0	0	25	25	0	1	0
LW12.3	10,5	0,3	0,9	0,4	1	5	0	0	10	5	15	0	1	0
LW12.4	7,5	0,7	1,1	0,8	4	31	0	0	0	0	0	0	1	0
LW12.5	7,5	1,8	1,7	1,2	4	32	0	0	5	0	5	0	1	0
LW12.6	7,5	0,5	1,2	0,5	3	22	0	0	10	0	10	0	1	0
LW12.7	8,5	3,6	2,5	1,5	3	28	0	0	10	0	10	0	1	0
LW12.8	8,5	5,0	3,0	2,0	4	65	0	0	10	0	10	0	1	0
LW12.9	6,0	0,9	1,1	0,9	2	15	5	0	0	0	5	0	1	1
LW12.10	6,0	7,0	3,8	2,0	3	25	0	0	60	0	60	0	1	0
LW12.11	6,0	0,5	1,3	0,5	3	27	0	0	5	0	5	0	1	0
LW13.1	8,0	4,0	2,5	2,0	2	20	0	0	40	0	40	0	1	0
LW13.2	7,0	11,0	4,0	3,5	4	35	0	1	50	5	56	0	1	0
LW13.3	7,0	0,3	0,5	0,5	2	15	0	2	0	30	32	0	1	0
LW13.4	7,0	0,4	0,8	0,6	3	24	0	0	0	10	10	0	1	0
LW13.5	7,0	0,4	1,2	0,4	2	12	0	0	40	0	40	0	1	0
LW13.6	7,0	0,5	1,2	0,6	3	22	0	0	10	0	10	0	1	0
LW13.7	7,0	1,2	1,6	1,0	2	20	0	0	2	0	2	0	1	0
LW13.8	10,0	1,6	1,6	1,1	3	30	1	1	1	0	3	0	1	1
LW13.9	10,0	1,6	2,2	0,8	4	35	1	0	0	0	1	0	1	1
LW13.10	10,0	0,8	1,3	0,7	3	23	5	0	0	0	5	0	1	0
LW13.11	10,0	0,5	1,0	0,6	3	23	1	0	0	0	1	0	1	0
LW13.12	10,0	0,9	1,2	0,8	3	25	1	0	1	0	2	0	1	0
LW13.13	10,0	10,0	6,0	4,0	4	> 40	30	30	25	0	85	0	1	1
LW13.14	5,0	1,7	1,6	1,2	3	25	1	0	20	0	21	0	1	0
LW13.15	5,0	7,0	2,8	2,6	2	18	25	0	10	0	35	0	1	0
LW13.16	5,0	0,5	0,9	0,6	2	14	1	0	5	0	6	0	1	0
LW14.1	8,0	1,0	1,3	1,0	2	11	0	1	0	0	1	0	1	0
LW14.2	8,0	0,8	1,0	1,0	1	4	0	0	1	1	2	0	1	0
LW14.3	10,0	18,0	7,0	2,8	4	40	10	0	15	15	40	0	1	0
LW14.4	10,0	15,0	7,5	2,1	3	27	0	0	5	30	35	0	1	0
LW14.5	10,0	0,5	1,2	0,6	1	7	0	0	10	30	40	0	1	0
LW14.6	10,0	1,1	1,4	0,9	1	6	0	0	30	40	70	0	1	0
LW14.7	10,0	1,3	1,3	1,1	1	6	0	0	0	70	70	0	1	0
LW15.1	13,0	1,0	1,4	1,2	1	7	0	0	10	40	50	0	1	0
LW15.2	13,0	2,0	1,5	1,0	1	10	0	0	50	30	80	0	1	0
LW15.3	13,0	1,0	1,0	0,8	1	10	0	0	10	30	40	0	1	0
LW16.1	13,5	0,8	1,1	1,0	1	7	0	0	5	0	5	0	1	0

Tümpel Nr	BeSo	Gr	L	B	T	T [cm]	UW	SP	Roe	SW	Bewuchs	Fortpfl	GGrund	Trueb
LW16.2	13,5	1,0	1,5	0,8	3	30	0	0	0	0	0	0	1	1
LW16.3	13,5	1,0	1,4	0,8	3	30	0	0	0	0	0	0	1	1
LW16.4	13,5	3,0	3,0	1,2	2	17	0	0	10	1	11	0	1	1
LW16.5	13,5	0,4	1,3	0,5	1	9	0	0	40	0	40	0	1	0
LW17.1	6,5	11,5	7,5	1,7	4	34	50	5	5	0	60	1	1	0
LW18.1	12,0	2,0	1,6	1,5	3	25	0	0	20	0	20	0	1	0
LW18.2	12,0	3,0	1,9	1,7	4	43	0	0	30	0	30	0	1	0
LW18.3	12,0	3,7	3,5	1,2	4	48	0	0	50	0	50	0	1	0
LW18.4	12,0	1,5	2,5	0,6	1	7	0	0	95	0	95	0	1	0
LW19.1	8,0	6,5	3,1	2,3	4	45	90	0	5	25	120	0	1	0
LW19.2	8,0	4,5	2,5	2,2	4	45	20	0	5	0	25	0	1	0
LW19.3	8,0	8,5	5,0	1,7	4	65	50	0	5	5	60	0	1	0
LW19.4	8,0	4,0	2,5	1,8	4	50	0	0	40	5	45	0	1	0
LW19.5	8,0	4,0	3,0	1,6	4	36	0	0	20	0	20	0	1	0
LW20.1	8,5	6,5	3,8	2,0	2	13	0	40	45	5	90	0	1	0
LW20.2	13,5	70,0	97,0	0,8	2	17	0	0	90	1	91	0	1	0
LW22.1	10,0	45,0	12,0	4,0	2	18	0	0	90	1	91	0	1	0
LW25.1	9,0	4,0	4,5	0,9	1	5	0	0	40	1	41	0	1	0
LW25.2	9,0	2,9	2,1	1,5	3	24	0	0	30	20	50	0	1	1
LW25.3	9,0	0,8	1,6	0,6	4	34	0	0	0	0	0	0	2	1
LW26.1	12,0	3,0	2,5	2,0	1	10	0	0	95	0	95	0	1	0
LW29.1	6,0	1,5	1,9	1,2	3	24	0	0	20	0	20	0	1	1
LW29.2	6,0	7,5	3,2	2,7	4	49	30	0	10	0	40	0	1	1
LW29.3	6,0	5,5	3,2	1,9	4	43	0	0	10	0	10	0	1	1
LW30.1	10,0	5,0	3,3	1,6	4	50	1	0	2	0	3	0	1	0
LW30.2	10,0	3,0	2,1	1,6	3	25	0	0	0	0	0	0	1	0
LW30.3	10,0	1,0	1,2	1,0	2	14	0	0	0	0	0	0	1	0
LW30.4	10,0	2,0	1,6	1,4	3	21	0	0	5	0	5	0	1	0
LW31.1	4,0	1,2	1,4	1,0	2	17	0	1	50	0	51	0	1	0
LW31.2	7,5	1,7	1,5	1,2	3	22	0	0	70	10	80	0	1	0
LW31.3	7,5	4,0	2,2	2,0	3	21	0	70	90	0	160	0	1	0
LW31.4	7,5	6,5	4,2	1,8	4	42	0	0	50	0	50	0	1	0
LW32.1	12,5	2,5	2,2	1,4	3	24	80	80	20	0	180	0	1	0
LW32.2	12,5	1,4	1,5	1,0	2	15	70	40	20	5	135	0	1	0
LW32.3	12,5	1,5	1,4	1,1	2	13	90	0	40	0	130	0	1	0
LW33.1	6,0	1,2	1,8	0,8	1	7	10	0	0	50	60	0	1	0
LW35.1	7,0	4,8	2,9	2,0	2	15	0	0	1	10	11	0	1	0
LW35.2	7,0	0,5	1,0	0,8	1	8	0	0	0	5	5	0	1	0
LW36.1	8,5	4,5	2,7	1,8	3	30	1	0	40	10	51	0	1	0
LW36.2	8,5	19,0	5,5	4,0	4	70	1	0	1	50	52	0	1	1
LW37.1	6,5	2,0	2,8	0,8	2	14	0	0	20	10	30	0	1	0
LW38.1	7,0	1,0	1,3	0,8	1	9	0	0	0	40	40	0	1	0
LW38.2	7,0	10,5	5,5	2,0	4	43	0	0	1	50	51	0	1	1
LW38.3	7,0	1,5	1,8	1,0	2	15	20	0	0	10	30	0	1	0
LW40.1	9,5	9,0	3,6	2,8	2	14	0	0	10	0	10	0	3	0
LW42.1	14,0	180,0	18,5	10,0	3	30	50	5	60	5	120	0	1	0
WA2.1	13,0	54,0	10,4	5,4	4	44	0	10	2	5	17	0	1	0
WA2.2	13,0	4,5	4,3	1,2	4	42	0	0	0	1	1	1	1	0
WA2.3	13,0	1,6	1,9	1,1	4	31	0	0	0	1	1	1	1	0
WA2.4	13,0	0,9	1,4	0,8	2	13	0	0	0	10	10	0	1	0
WA2.5	13,0	1,5	1,3	1,2	4	40	0	0	0	1	1	1	1	0
WA2.6	13,0	13,0	7,5	6,5	2	20	0	0	0	2	2	0	1	0
WA2.7	13,0	0,1	1,0	0,5	1	4	0	0	1	0	1	0	1	0
WA2.8	13,0	2,5	2,3	1,3	3	30	0	0	0	1	1	1	1	0
WA2.9	13,0	3,0	3,6	0,9	4	40	0	0	0	1	1	1	1	0
WA2.10	13,0	2,8	1,8	1,7	4	52	0	0	0	0	0	1	1	0
WA2.11	13,0	4,0	3,3	1,3	2	12	0	8	0	0	8	1	1	0
WA2.12	13,0	105,0	13,0	9,0	3	28	0	0	3	2	5	1	1	0
WA2.13	13,0	2,0	2,6	0,9	3	30	0	0	7	1	8	1	1	0
WA2.14	13,0	0,4	1,2	0,4	1	6	0	0	0	0	0	1	1	0

Tümpel Nr	BeSo	Gr	L	B	T	T [cm]	UW	SP	Roe	SW	Bewuchs	Fortpfl	GGrund	Trueb
WA2.15	13,0	1,0	1,4	0,9	2	20	0	0	0	1	1	1	1	0
WA2.16	13,0	1,5	1,7	0,9	3	28	0	0	5	0	5	1	1	0
WA2.17	13,0	3,0	2,2	1,5	4	34	0	0	1	0	1	1	1	0
WA2.18	13,0	140,0	16,0	9,5	4	47	0	0	10	0	10	0	1	0
WA2.19	13,0	27,0	7,5	4,0	3	28	0	0	70	5	75	0	1	0
WA2.20	13,0	0,4	0,9	0,6	1	6	0	0	10	20	30	0	1	0
WA2.21	13,0	8,0	3,5	2,5	4	54	0	0	5	0	5	0	1	0
WA2.22	13,0	3,5	2,2	1,8	2	20	0	0	2	2	4	0	1	0
WA2.23	13,0	15,0	5,5	3,0	4	44	10	30	2	0	42	0	1	0
WA2.24	13,0	2,0	2,0	1,3	2	12	50	60	1	0	111	0	1	0
WA2.25	13,0	0,5	1,1	0,8	1	9	0	0	1	1	2	0	1	0
WA2.26	13,0	10,5	4,8	2,5	2	16	0	50	0	10	60	1	1	0
WA2.27	13,0	1,5	2,0	0,8	3	28	0	0	0	1	1	1	1	0
WA2.28	13,0	55,0	19,0	13,0	4	> 100	0	0	1	1	2	0	1	0
WA3.1	11,5	0,2	0,7	0,5	1	5	100	0	1	5	106	0	1	0
WA3.2	11,5	0,8	1,4	0,7	2	15	80	0	5	1	86	0	3	0
WA3.3	11,5	0,3	0,6	0,6	1	6	10	0	5	5	20	0	3	0
WA3.4	4,0	1,8	1,5	1,4	1	9	30	0	45	0	75	0	3	0
WA3.5	4,0	6,5	3,2	2,2	4	42	0	0	20	10	30	0	3	1
WA4.1	3,0	68,0	12,0	6,0	4	> 30	5	1	30	15	51	0	1	1
WA4.2	3,0	6,0	3,3	2,0	2	16	0	5	30	30	65	0	1	0
WA4.3	3,0	1,5	1,5	1,2	1	10	0	0	20	70	90	0	1	0
WA5.1	0,5	3,5	3,5	1,1	3	22	0	0	0	1	1	0	1	0
WA5.2	0,5	1,8	2,2	0,9	2	16	0	0	1	5	6	0	1	0
WA5.3	0,5	5,0	5,3	1,1	3	21	0	0	10	5	15	0	1	0
WA5.4	3,0	150,0	23,0	7,0	4	40	0	0	60	5	65	0	1	0
WA6.1	3,0	70,0	16,0	5,0	4	> 30	40	1	50	50	141	0	1	0
WA6.2	3,0	6,0	3,2	2,0	3	25	0	0	70	0	70	0	1	0
WA6.3	3,0	2,0	1,8	1,4	2	14	0	0	40	0	40	0	1	0
WA6.4	3,0	3,0	2,0	1,7	2	15	0	0	50	0	50	0	1	0
WA9.1	6,5	2,5	2,2	1,3	3	27	0	0	20	1	21	0	1	0
WA9.2	6,5	20,0	6,0	4,5	1	10	0	0	50	1	51	0	1	0
WA9.3	5,0	43,0	12,0	4,0	4	38	8	0	60	15	83	0	1	0
WA9.4	5,0	2,0	1,7	1,5	4	34	0	0	1	0	1	0	1	1
WA9.5	5,0	3,5	25,0	1,6	2	15	0	0	40	0	40	0	1	0
WA9.6	5,0	2,0	1,7	1,3	3	25	0	0	5	0	5	0	1	1
WA9.7	5,0	8,0	3,5	2,7	2	13	0	0	70	1	71	0	1	0
WA9.8	5,0	2,3	2,0	1,4	2	14	0	0	1	0	1	0	1	0
WA10.1	3,5	6,0	3,5	2,0	1	3	0	0	0	100	100	0	1	0
WA10.2	3,5	4,5	2,5	2,0	1	1	0	0	0	100	100	0	1	0
WA10.3	3,5	2,0	2,6	0,9	2	14	0	0	5	60	65	0	1	0
WA10.4	3,5	2,0	10,0	0,2	1	2	0	0	45	45	90	0	1	0
WA10.5	3,5	0,4	17,0	0,3	1	5	0	0	10	20	30	0	1	0
WA10.6	4,5	2,8	8,0	0,4	1	10	0	0	0	1	1	0	1	1
WA11.1	4,0	1,5	1,7	1,0	1	5	0	0	0	5	5	0	1	0
WA11.2	4,0	4,8	2,5	2,0	2	20	0	0	40	30	70	0	1	0
WA11.3	4,0	4,0	2,4	1,7	1	10	0	0	6	85	91	0	1	0
WA11.4	4,0	6,0	3,5	2,1	3	31	0	0	0	20	20	0	1	0
WA12.1	6,0	13,5	5,3	2,6	3	30	0	60	30	20	110	0	1	0
WA12.2	6,0	0,5	1,0	0,7	2	20	40	0	0	30	70	0	1	0
WA12.3	3,0	3,0	3,3	1,0	2	17	0	0	5	5	10	0	1	1
WA12.4	3,0	6,5	3,2	2,1	4	34	0	0	1	0	1	0	1	0
WA12.5	3,0	3,4	2,1	1,8	4	45	0	0	0	0	0	0	1	0
WA12.6	3,0	5,0	2,3	2,2	3	30	0	0	1	0	1	0	1	0
WA15.1	1,5	15,2	6,5	2,4	4	75	0	0	0	5	5	0	1	1
WA17.1	2,5	8,0	4,2	2,0	3	27	0	0	25	0	25	0	1	0
WA17.2	2,5	6,5	3,5	2,0	2	20	0	0	55	10	65	0	1	0
WA18.1	4,0	7,3	3,6	2,2	4	35	0	0	3	2	5	0	1	0
WA18.2	4,0	11,0	8,5	1,3	3	29	0	0	5	0	5	0	1	0
WA18.3	4,0	2,5	1,7	1,7	4	35	0	0	70	0	70	0	1	0

Tümpel Nr	BeSo	Gr	L	B	T	T [cm]	UW	SP	Roe	SW	Bewuchs	Fortpfl	GGrund	Trueb
WA18.4	4,0	6,0	3,3	1,9	3	25	0	0	10	0	10	0	1	0
WA20.1	6,5	8,0	4,0	2,2	4	42	0	0	50	10	60	0	1	0
WA20.2	6,5	13,5	4,5	3,2	4	55	0	0	90	5	95	0	1	0
WA20.3	6,5	4,5	2,7	1,7	1	5	0	0	80	5	85	0	1	0
WA21.1	4,5	5,4	3,1	1,9	3	23	0	0	10	5	15	0	1	0
WA21.2	4,5	0,8	1,1	1,0	1	5	0	0	10	90	100	0	1	0
WA21.3	4,5	3,0	2,0	1,7	2	17	0	0	20	5	25	0	1	0
WA21.4	4,5	2,5	1,8	1,7	1	9	0	0	5	30	35	0	1	0
WA21.5	4,5	1,0	1,2	1,0	1	1	0	0	10	40	50	0	1	0
WA21.6	4,5	1,0	1,4	1,0	1	1	0	0	20	20	40	0	1	0
WA21.7	4,5	2,0	1,8	1,3	1	7	70	0	10	15	95	0	1	0
WA21.8	4,5	2,8	2,2	1,5	2,0	18	30	0	90	5	125	0	1	1
WA21.9	4,5	1,0	1,4	1,2	1	6	0	0	0	5	5	0	1	0
WA21.10	4,5	20,0	6,5	3,4	3,0	23	30	70	80	1	181	0	1	0
WA22.1	10,5	12,0	6,0	2,5	2	17	0	0	95	0	95	0	1	0
WA22.2	10,5	26,0	7,3	4,0	4	38	0	1	30	0	31	0	1	0
WA22.3	10,5	22,0	6,0	4,0	3	30	5	30	5	0	40	0	1	1
WA22.4	10,5	10,0	4,8	2,4	2	15	0	80	20	0	100	0	1	0
WA23.1	6,0	4,0	2,4	1,9	3	23	0	0	10	5	15	0	1	0
WA23.2	6,0	4,5	3,0	1,7	4	39	0	5	1	10	16	0	1	1
WA23.3	6,0	5,0	3,5	1,6	4	46	0	40	10	1	51	0	1	1
WA24.1	7,0	14,0	7,0	2,0	3	25	0	0	60	5	65	0	1	1
WA24.2	7,0	14,0	4,0	3,8	2	17	0	0	90	2	92	0	1	0
WA24.3	7,0	59,0	13,0	4,7	4	80	60	0	30	5	95	0	1	0
WA25.1	6,0	3,8	2,2	1,9	4	34	0	0	10	5	15	0	4	0
WA25.2	6,0	6,0	3,8	1,8	3	30	0	0	25	20	45	0	2	0
WA26.1	3,0	45,0	14,5	3,3	4	80	0	0	20	5	25	0	3	0
WA32.1	7,5	1,0	1,4	0,9	1	10	0	0	10	5	15	0	1	0
WA32.2	7,5	2,8	2,0	1,7	3	25	95	0	10	10	115	0	1	0
WA32.3	7,5	2,6	1,9	1,5	2	11	80	0	5	10	95	0	1	0
WA33.1	2,0	3,5	2,1	1,9	2	11	60	0	10	5	75	0	1	0
WA33.2	2,0	7,0	3,2	2,3	3	24	0	0	90	5	95	0	1	0
WA33.3	4,0	4,2	3,2	1,4	3	28	0	0	45	5	50	0	1	0
WA33.4	4,0	1,2	1,5	0,9	3	24	0	0	5	0	5	0	3	0
WA33.5	4,0	1,8	2,1	1,0	2	17	0	10	20	30	60	0	3	0
WA33.6	4,0	1,5	5,5	0,3	2	11	0	1	2	10	13	0	3	0
WA34.1	3,5	8,0	12,0	0,7	3	26	0	0	10	40	50	0	3	0
WA34.2	3,5	14,0	30,0	0,6	2,0	18	0	1	40	10	51	0	3	0
WA35.1	1,5	2,0	3,0	0,7	2	15	0	5	0	1	6	0	1	1
WA35.2	1,5	2,0	4,2	0,5	1	10	0	1	0	0	1	0	1	1
WA35.3	1,5	0,8	2,0	0,4	2	11	0	10	0	0	10	1	1	1
WA35.4	1,5	0,3	1,6	0,2	3	21	0	5	0	0	5	0	1	1
WA35.5	1,5	0,8	2,0	0,5	2	14	0	30	0	0	30	0	1	1
WA35.6	1,5	1,0	31,0	0,4	2	13	0	10	0	0	10	0	1	1
WA35.7	1,5	5,0	13,0	0,5	2	12	0	10	0	0	10	0	1	1
WA35.8	1,5	0,5	1,8	0,5	1	10	0	0	0	0	0	0	1	1
WA35.9	1,5	2,3	4,5	0,6	2	18	0	0	0	0	0	0	1	1
WA35_1.1	1,0	0,9	2,1	0,5	2	12	0	0	0	1	1	0	1	0
WA35_1.2	1,0	0,5	2,0	0,3	1	6	0	0	0	0	0	0	1	1
WA35_1.3	1,0	0,5	3,2	0,2	1	8	0	0	0	0	0	0	1	1
WA35_1.4	1,0	1,5	5,4	0,4	3	24	0	0	0	0	0	0	1	1
WA35_1.5	1,0	1,0	1,9	0,6	1	8	0	0	0	0	0	0	1	1
WA35_1.6	1,0	0,8	2,0	0,4	1	9	0	0	0	0	0	0	1	1
WA35_1.7	1,0	0,4	1,5	0,3	2	15	0	0	0	0	0	1	1	1
WA36.1	4,0	1,5	5,0	0,5	1	6	0	0	20	10	30	0	1	0
WA36.2	3,0	2,5	2,1	1,4	2	18	90	0	20	10	120	0	1	0
WA36.3	3,0	2,5	2,1	1,3	3	22	0	40	80	10	130	0	1	0
WA36.4	3,0	2,8	2,0	1,5	3	28	15	0	30	10	55	0	1	0
WA36.5	3,0	1,5	2,7	0,6	1	5	0	0	1	5	6	0	1	0

## b Standortparameter

Standort	Anz_Tue	WF_Tue	Beso	Dist_Wald	Dist_Vorkomm	Präsenz	Neubesiedlung
LW1	3	13	6.5	0	226	0	0
LW3	2	46	12.0	38	660	0	0
LW5	4	10	11.5	155	117	1	1
LW6	4	30	11.5	0	311	0	0
LW9	1	2	8.5	400	1162	0	0
LW10	2	3	4.0	3	844	0	0
LW12	11	22	8.0	26	885	0	0
LW13	16	42	8.0	13	294	1	0
LW14	7	38	9.5	21	2086	1	0
LW15	3	4	13.0	220	1146	0	0
LW16	5	6	13.5	3	277	0	0
LW17	1	12	6.5	140	103	1	0
LW18	4	10	12.0	590	828	0	0
LW19	5	28	8.0	5	1236	0	0
LW20	2	77	11.0	200	2431	0	0
LW22	1	45	10.0	520	191	0	0
LW25	3	8	9.0	2	54	0	0
LW26	1	3	12.0	585	850	1	1
LW29	3	15	6.0	135	295	0	0
LW30	4	11	10.0	220	385	0	0
LW31	4	13	7.5	130	325	1	1
LW32	3	5	12.5	58	441	0	0
LW33	1	1	6.0	75	3201	0	0
LW35	2	5	7.0	90	1795	0	0
LW36	2	24	8.5	105	1394	0	0
LW37	1	2	6.5	72	1515	0	0
LW38	3	13	7.0	5	2158	0	0
LW40	1	9	9.5	3	115	1	1
LW42	1	180	14.0	580	4055	0	0
WA2	28	464	13.0	15	62	1	0
WA3	5	10	8.5	0	1043	0	0
WA4	3	76	3.0	0	679	0	0
WA5	4	160	1.0	0	60	0	0
WA6	4	81	3.0	0	551	0	0
WA9	8	83	5.5	0	2773	0	0
WA10	6	18	3.5	0	192	1	0
WA11	4	16	4.0	0	331	0	0
WA12	6	32	4.0	0	200	1	0
WA15	1	15	1.5	0	863	0	0
WA17	2	15	2.5	0	644	0	0
WA18	4	27	4.0	0	120	0	0
WA20	3	26	6.5	0	813	0	0
WA21	10	40	4.5	6	840	0	0
WA22	4	70	10.5	9	974	0	0
WA23	3	14	6.0	4	616	0	0
WA24	3	87	7.0	8	859	0	0
WA25	2	10	6.0	0	1233	0	0
WA26	1	45	3.0	0	1438	0	0
WA32	3	6	7.5	0	380	0	0
WA33	6	19	3.5	2	810	0	0
WA34	2	22	3.5	0	302	0	0
WA35	9	15	1.5	0	114	1	0
WA35_1	7	6	1.0	0	125	1	0
WA36	5	11	3.5	0	72	0	0

## Anhang III: Gelbbauchunkenkartierung

Abkürzungen: Ad. = Adulttiere, Subad. = Subadulte, Lv. = Larven

Gemeinde	Standortnr.	Tümpelnr.	Begehungsdatum	Jahr	Tag / Nacht	Beobachtungen (Anzahl & Stadium)
Aarwangen	LW5	LW5.1	11.5.	2016	Nacht	2 Ad.
Aarwangen	LW5	LW5.2	11.5.	2016	Nacht	2 Ad.
Aarwangen	LW5	LW5.2	7.6.	2016	Nacht	1 Ad.
Murgenthal	LW13	LW13.11	21.4.	2016	Tag	1 Ad.
Pfaffnau	LW14	LW14.5	17.6.	2016	Nacht	1 Ad.
Pfaffnau	LW14	LW14.7	17.6.	2016	Nacht	1 Ad.
Pfaffnau	LW17	LW17.1	21.5.	2016	Nacht	5 Ad.
Pfaffnau	LW17	LW17.1	8.6.	2016	Nacht	1 Rufer, 5 x Laich
Langenthal	LW26	LW26.1	15.6.	2016	Nacht	5 Rufer
Roggwil	LW31	LW31.1	25.5.	2016	Nacht	2 Subad.
Roggwil	LW31	LW31.2	25.5.	2016	Nacht	1 Subad.
Roggwil	LW31	LW31.3	22.4.	2016	Tag	3 Ad.
Roggwil	LW31	LW31.4	11.6.	2016	Nacht	1 Ad.
Roggwil	LW40	LW40.1	5.6.	2016	Nacht	1 Ad. (rufend gesichtet)
Aarwangen	WA2	WA2.1	6.5.	2016	Nacht	1 Ad.
Aarwangen	WA2	WA2.2	6.5.	2016	Tag	1 Ad., 13 x Laich
Aarwangen	WA2	WA2.2	6.5.	2016	Nacht	7 Ad., 13 x Laich
Aarwangen	WA2	WA2.2	6.6.	2016	Nacht	5 Ad., 5 Lv
Aarwangen	WA2	WA2.3	6.5.	2016	Tag	1 x Laich
Aarwangen	WA2	WA2.3	6.5.	2016	Nacht	1 x Laich
Aarwangen	WA2	WA2.3	6.6.	2016	Nacht	2 Ad., 20 Lv
Aarwangen	WA2	WA2.5	6.5.	2016	Tag	1 Ad.
Aarwangen	WA2	WA2.5	6.5.	2016	Nacht	2 Ad.
Aarwangen	WA2	WA2.5	6.6.	2016	Nacht	6 Ad., 7 x Laich, 2 Lv.
Aarwangen	WA2	WA2.7	6.5.	2016	Nacht	1 Subad.
Aarwangen	WA2	WA2.8	6.5.	2016	Tag	2 Ad., 2 x Laich, 5 Lv
Aarwangen	WA2	WA2.8	6.5.	2016	Nacht	1 Subad., 2 x Laich, 5 Lv
Aarwangen	WA2	WA2.8	6.6.	2016	Nacht	1 Ad., 1 Subad., 5 Lv.
Aarwangen	WA2	WA2.9	6.5.	2016	Tag	1 Ad.
Aarwangen	WA2	WA2.9	6.5.	2016	Nacht	3 Ad.
Aarwangen	WA2	WA2.9	6.6.	2016	Nacht	1 Ad., 3 x Laich
Aarwangen	WA2	WA2.10	6.5.	2016	Tag	2 Ad.
Aarwangen	WA2	WA2.10	6.5.	2016	Nacht	3 Ad.
Aarwangen	WA2	WA2.10	6.6.	2016	Nacht	2 Ad., 2 Lv.
Aarwangen	WA2	WA2.11	6.6.	2016	Nacht	2 Ad., ~200 Lv.
Aarwangen	WA2	WA2.12	6.5.	2016	Nacht	1 Ad.
Aarwangen	WA2	WA2.12	6.6.	2016	Nacht	12 Ad., 1 Subad., 1 x Laich
Aarwangen	WA2	WA2.13	6.5.	2016	Tag	1 Ad., 40 Lv., 2 x Laich
Aarwangen	WA2	WA2.13	6.5.	2016	Nacht	3 Ad., 2 x Laich
Aarwangen	WA2	WA2.13	6.6.	2016	Nacht	50 Lv.
Aarwangen	WA2	WA2.14	6.5.	2016	Nacht	2 Ad.
Aarwangen	WA2	WA2.14	6.6.	2016	Nacht	4 Ad., 10 Lv.
Aarwangen	WA2	WA2.15	6.5.	2016	Tag	5 x Laich
Aarwangen	WA2	WA2.15	6.5.	2016	Nacht	2 Ad., 5 x Laich
Aarwangen	WA2	WA2.15	6.6.	2016	Nacht	6 Ad., 30 Lv
Aarwangen	WA2	WA2.16	6.5.	2016	Tag	15 Laichpakete
Aarwangen	WA2	WA2.16	6.5.	2016	Nacht	7 Ad., 30 Lv., 15 x Laich
Aarwangen	WA2	WA2.16	6.6.	2016	Nacht	30 Lv.
Aarwangen	WA2	WA2.17	6.5.	2016	Nacht	5 Ad.
Aarwangen	WA2	WA2.17	6.6.	2016	Nacht	7 Ad., 14 Lv.
Aarwangen	WA2	WA2.18	6.5.	2016	Nacht	1 Ad.
Aarwangen	WA2	WA2.18	6.6.	2016	Nacht	3 Ad.

Gemeinde	Standortnr.	Tümpelnr.	Begehungsdatum	Jahr	Tag / Nacht	Beobachtungen (Anzahl und Stadium)
Aarwangen	WA2	WA2.19	6.5.	2016	Tag	2 Ad.
Aarwangen	WA2	WA2.19	6.5.	2016	Nacht	2 Ad.
Aarwangen	WA2	WA2.19	6.6.	2016	Nacht	3 Ad.
Aarwangen	WA2	WA2.23	6.6.	2016	Nacht	4 Ad.
Aarwangen	WA2	WA2.26	6.5.	2016	Tag	15 Lv.
Aarwangen	WA2	WA2.26	6.6.	2016	Nacht	1 Ad.
Aarwangen	WA2	WA2.27	6.5.	2016	Nacht	2 Ad.
Aarwangen	WA2	WA2.27	6.6.	2016	Nacht	2 Ad., 2 x Laich
Aarwangen	WA2	WA2.28	6.5.	2016	Nacht	3 Ad.
Aarwangen	WA2	WA2.28	6.6.	2016	Nacht	10 Ad., 1 Subad.
Roggwil	WA10	WA10.1	21.4.	2016	Tag	3 Subad.
Roggwil	WA10	WA10.2	21.4.	2016	Tag	1 Subad.
Roggwil	WA10	WA10.3	21.4.	2016	Tag	1 Subad.
Roggwil	WA10	WA10.5	7.6.	2016	Nacht	1 Ad.
Roggwil	WA10	WA10.6	21.4.	2016	Tag	2 Ad.
Roggwil	WA10	WA10.6	21.4.	2016	Nacht	2 Ad.
Roggwil	WA10	WA10.6	7.6.	2016	Nacht	2 Ad.
Roggwil	WA12	WA12.3	6.5.	2016	Tag	1 Ad.
Murgenthal	WA35	WA35.1	4.6.	2016	Nacht	1 Ad.
Murgenthal	WA35	WA35.2	4.6.	2016	Nacht	1 Ad.
Murgenthal	WA35	WA35.3	18.6.	2016	Nacht	4 Ad., 4 x Laich
Murgenthal	WA35	WA35.5	4.6.	2016	Nacht	1 Ad.
Murgenthal	WA35	WA35.5	18.6.	2016	Nacht	2 Ad.
Murgenthal	WA35	WA35.6	18.6.	2016	Nacht	1 Ad.
Murgenthal	WA35	WA35.9	4.6.	2016	Nacht	4 Ad. (davon 2 in Amplexus)
Murgenthal	WA35.1	WA35_1.3	4.6.	2016	Nacht	1 Ad.
Murgenthal	WA35.1	WA35_1.5	4.6.	2016	Nacht	1 Ad.
Murgenthal	WA35.1	WA35_1.6	18.6.	2016	Nacht	1 Ad.
Murgenthal	WA35.1	WA35_1.7	18.6.	2016	Nacht	3 Ad., 6 x Laich