

ZÜRCHER HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN  
DEPARTEMENT LIFE SCIENCES UND FACILITY MANAGEMENT  
INSTITUT FÜR UMWELT UND NATÜRLICHE RESSOURCEN

## **Untersuchung von Populationsgrösse und Dispersionsverhalten der Gelbbauchunken-Population im Talkessel Schwyz-Ingenbohl**



Bachelorarbeit

von

**Martin Jordan**

Bachelorstudiengang 2009

Abgabedatum: 10.01.2012, 12.00Uhr

Studienrichtung Umweltingenieurwesen

Fachkorrektoren:

**Dipl. phil. II Patrik Wiedemeier**

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften Wädenswil

Grüntal, Postfach, 8820 Wädenswil

**Dr. Benedikt Schmidt**

Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz (karch)

Passage Maximilien-de-Meuron 6, 2000 Neuchâtel



## Zusammenfassung

Das Vorkommen der Gelbbauchunke (*Bombina variegata*) hat in der Schweiz in den letzten Jahren stark abgenommen, vor allem infolge Verlusts geeigneter Laichgewässer. Als Pionierart ist die Gelbbauchunke auf temporäre Kleinstgewässer spezialisiert, welche im Zuge dynamischer Prozesse in der Landschaft entstehen. Durch die Tätigkeit des Menschen sind viele dieser ursprünglichen Lebensräume wie Auenlandschaften oder überschwemmte Riedgebiete verschwunden. Heute besiedelt die Gelbbauchunke oft sekundäre bzw. durch den Menschen gestörte Lebensräume wie Abbaugelände oder Waffengelände. Im Talkessel Schwyz-Ingenbohl zwischen dem Lauerzer- und Vierwaldstättersee sind viele dieser sekundären Lebensräume vorhanden. Mit der Bestandesuntersuchung von 2011 wurden im Gebiet grosse Gelbbauchunken-Bestände nachgewiesen, welche in der Vergangenheit stark unterschätzt wurden. Allerdings war der Individuenaustausch zwischen den einzelnen Beständen wegen des dichten Verkehrsnetzes und den Ballungsgebieten damals stark erschwert. Zur Vernetzung der bestehenden Populationen wurden im Projekt „Vernetzung Gelbbauchunken Schwyz-Ingenbohl“ neun neue Gewässerkomplexe angelegt.

In der vorliegenden Arbeit wurde der Unkenbestand der bereits 2011 untersuchten Standorte sowie der neu geschaffenen Gewässer, insgesamt 17 Standorte, aufgenommen. Zur Ermittlung der Bestandesgrösse mit der Fang-Wiederauffang-Methode wurden die Bauchmuster fotografiert und verglichen. Zudem wurden für eine spätere Analyse Speichelproben entnommen, die Aufschluss über den Austausch der Individuen geben soll. Die Untersuchung des Dispersionsverhaltens beschränkte sich in dieser Arbeit auf die Besiedlung der neuen Gewässer. Dabei wurde untersucht, aus welchen Ursprungsgewässern die Unken in die neuen Habitate einwanderten.

Der Vergleich dieser Erhebung mit jener von 2011 zeigte, dass obwohl die Fangzahlen einzelner Standorte deutlich variierten, die Populationsgrössen insgesamt als weitgehend stabil einzustufen sind. Der unterschiedliche Fangenerfolg an einigen Gewässerkomplexen konnte weitgehend mit den Bedingungen während der Feldaufnahmen erklärt werden. Bei vier der neun neuen Gewässerkomplexe konnten bereits Gelbbauchunken gefunden werden, teilweise mit hohen Individuendichten. Zudem konnte an zwei Standorten eine Reproduktion nachgewiesen werden. Trotz der erfolgreichen Besiedlung dieser Gewässer konnte nur ein Nachweis für eine Migration erbracht werden. Obwohl zusätzliche Hinweise zum Individuenaustausch hilfreich für weitere Vernetzungsmassnahmen wären, zeigen die Ergebnisse, dass die notwendigen Korridore für die Besiedlung von vielen der neuen Standorte vorhanden sind. Das geplante Monitoring über die nächsten Jahre, sowie die Analyse der gesammelten genetischen Proben werden helfen, zukünftige Massnahmen zu planen.



## Abstract

In the past years the occurrence of the Fire-bellied toad (*Bombina variegata*) has drastically been reduced in Switzerland. Major reason is the loss of many spawning ponds.

This species has evolved to be a specialist in breeding in temporary shallow ponds which are created by dynamic processes in the landscape. Because of anthropogenic actions many of these primary habitats like meadows and wetlands disappeared. Today the fire-bellied toad uses secondary habitats like quarries and military training areas.

A lot of these habitats exist in the basin Schwyz-Ingenbohl between Lake Lauerz and Lake Lucerne. The study of 2011 shows this region containing a high population size which has been underestimated in the past. However, back in the year 2011 the exchange of individuals between the habitats was hindered by fragmentation. To improve the connectivity of these the project "Vernetzung Gelbbauchunken Schwyz-Ingenbohl" created nine new pond complexes.

The sites which were examined for this study are the ones used in 2011 and the ones that came along with the new pond complexes. That is a total of 17 sites. To examine the population size of these sites the bellies pattern of the caught fire-bellied toads have been photographed to use the Lincoln-Petersen-method. Additionally saliva samples have been taken for future studies. The investigation of the dispersal behavior has been limited to the new sites allowing to find out the origin of the migrated toads.

The comparison between this study and the one of 2011 shows that, although the number of caught toads differs between the sites the population sizes are largely stable. The different conditions during the site visits of these two years had a large impact on catching toads. Four of the nine new pond complexes already contain of fire-bellied toads some of them even with a high abundance. Furthermore a reproduction in two of those ponds has been confirmed.

In spite of successful settlement only one migration could be registered. Additional information about Migration of these toads would be useful for further connectivity measures. Although the results indicate that the ecological corridors that are necessary to populate many of the new ponds already exist.

However the good results don't indicate a total removal of the isolation from the study area. For long-term viability the populations rely on human efforts. Scheduled monitoring over the next few years and examinations of collected genetic samples will support future arrangements.



# Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung .....	1
2. Grundlagen .....	2
2.1. Die Gelbbauchunke .....	2
2.1.1. Lebensweise .....	2
2.1.2. Lebensräume im Jahresverlauf .....	4
2.1.3. Ortsbeziehungen .....	6
2.1.4. Populationsbiologie .....	9
2.1.5. Verbreitung in der Schweiz .....	10
2.1.6. Gefährdung .....	11
2.1.7. Schutz- und Fördermassnahmen .....	12
2.2. Untersuchungsgebiet .....	14
2.2.1. Allgemein .....	14
2.2.2. Vernetzungsprojekt Schwyz-Ingenbohl .....	16
2.2.3. Objektbeschreibung .....	18
2.2.4. Schutzgebiete .....	30
2.3. Stand der Untersuchungen .....	32
3. Material und Methoden .....	34
3.1. Begehung .....	34
3.2. Fang- und Aufnahmemethoden .....	36
3.3. Fang-Wiederfang-Methode .....	38
3.4. Berechnung der Populationsgrössen .....	41
3.5. Untersuchung der Dispersion .....	42
3.6. Genetischer Abstrich .....	43
4. Ergebnisse .....	45

---

4.1.	Populationsgrössen im Überblick.....	45
4.2.	Populationsgrössen im Vergleich mit der Erhebung 2011 .....	47
4.3.	Südliche Talseite .....	49
4.3.1.	Alte Standorte .....	49
4.3.2.	Neue Standorte.....	53
4.4.	Nordwestliche Talseite .....	55
4.4.1.	Alte Standorte .....	55
4.4.2.	Neue Standorte.....	61
4.5.	Vernetzungsachse Lauerzersee .....	62
4.5.1.	Neue Standorte.....	62
4.6.	Dispersion.....	63
5.	Diskussion .....	65
5.1.	Methoden.....	65
5.1.1.	Aufnahme der Standorte.....	65
5.1.2.	Auswertung der Resultate .....	66
5.2.	Populationsgrössen der alten Standorte .....	67
5.2.1.	Aufnahmen 2012 .....	67
5.2.2.	Populationsgrössen im Vergleich mit der Erhebung 2011 .....	70
5.3.	Populationsgrössen der neuen Standorte.....	72
5.4.	Besiedlung neuer Standorte / Dispersion.....	75
5.5.	Fazit und zukünftiger Handlungsbedarf.....	77
6.	Literaturverzeichnis.....	78

# 1. Einleitung

Der Talkessel Schwyz-Ingenbohl beherbergt das grösste Gelbbauchunken-Vorkommen der Innerschweiz, welches auf 10 bekannte Standorte verteilt ist. Hier wurde im Rahmen der Bachelorarbeit von Daniel Hasen im Sommer 2011 eine Bestandserhebung mit Hilfe der Fang-Wiederfangmethode durchgeführt. Dabei wurden die Gelbbauchunken jedes Standorts während drei nächtlichen Begehungen erfasst. Durch Fotos der individuellen Bauchmusterung der Unken war es möglich die Individuen zu identifizieren. Die Resultate der einzelnen Standorte zeigten teils hohe bis sehr hohe Individuenzahlen. Allerdings konnten keine Wanderbewegungen zwischen den einzelnen Standorten nachgewiesen werden (Hasen, 2011). Inzwischen wurden im Rahmen des Vernetzungsprojekts „Vernetzung Gelbbauchunke Schwyz-Ingenbohl“ 12 neue Gewässerkomplexe geschaffen. Ziel des Projekts ist es, den Individuen-Austausch zwischen bestehenden Standorten zu ermöglichen und somit die Stabilität der Metapopulation erhöhen (Schlitner et al., 2012).

In vorliegender Bachelorarbeit wird eine erneute Bestandserhebung des Unken-Vorkommens im Talkessel Schwyz-Ingenbohl durchgeführt. Dabei werden die 10 ursprünglichen Standorte, sowie die durch das Vernetzungsprojekt „Vernetzung Gelbbauchunke Schwyz-Ingenbohl“ geschaffenen Gewässerkomplexe untersucht. Durch den Vergleich mit den Resultaten von Daniel Hasen (Bachelorarbeit 2011) können die Veränderungen der Populationsgrössen festgestellt werden. Im Fokus der Arbeit stehen das Dispersionsverhalten der Unken zwischen den Gewässern und die Erfassung der Populationsgrössen im 2012. Dabei ist zu klären, ob die Vernetzung der einzelnen Populationen durch die neuen Gewässerkomplexe bereits erste Erfolge erkennen lässt. In diesem Sinne ist das Augenmerk speziell auf Zu- und Abgänge und den Austausch von einzelnen Individuen gerichtet.

Das Erfassen der Gelbbauchunkenbestände geschieht durch die zweimalige Begehung sämtlicher Standorte. Dabei sollen, gemäss den Methoden von Daniel Hasen, die Bauchseiten der gefangenen Unken fotografiert und später miteinander verglichen werden. Wo es die Fangzahlen erlauben, wird die Populationsgrösse mittels Lincoln-Index berechnet. Um in Zukunft weitere Erfolgskontrollen zu ermöglichen, wird ausserdem bei jeder gefangenen Unke ein Mundschleimhautabstrich durchgeführt. Durch diese Massnahme wird es zu einem späteren Zeitpunkt möglich, durch genetische Analysen Migration und Genaustausch zwischen den verschiedenen Subpopulationen zu untersuchen.

## 2. Grundlagen

### 2.1. Die Gelbbauchunke



Abbildung 1: Typische Haltung einer Gelbbauchunke (*Bombina variegata*) an der Wasseroberfläche (Aufnahme durch Manuel Frei, während einer Begehung)

#### 2.1.1. Lebensweise

Die Gelbbauchunke ist eine Pionierart und als solche auf dynamische Lebensräume spezialisiert. In diesen entstehen durch regelmässige Störungen stets neue Gewässer, welche sich in einem frühen Sukzessionsstadium befinden und von der Gelbbauchunke als Fortpflanzungsgewässer genutzt werden (Mermod et al., 2011). Durch die fehlende Beschattung solcher Tümpel wird die larvale Entwicklung der Jungunken stark beschleunigt. Ausserdem sind in solchen Gewässern kaum Prädatoren wie Insektenlarven, Molche und Fische zu finden, welche den Reproduktionserfolg mindern könnten (Abbühl, 1997). Auf der anderen Seite können sich die oftmals sehr kleinen Gewässer stark erwärmen oder bei langen Trockenperioden gar austrocknen. In beiden Fällen ist der Verlust des Laichs bzw. der Larven die Folge (Meyer et al., 2009). Um diesem Risiko zu begegnen zeigt die Gelbbauchunke eine Reihe von morphologischen und verhaltensökologischen Anpassungen. Diese sind:

##### Lange Fortpflanzungsperiode

Die Gelbbauchunke pflanzt sich von Ende April bis in den August fort. Dank dieser langen Periode, in welcher stets paarungswillige Unken am Gewässer gefunden werden können,

minimiert sich das Risiko des Verlusts der Nachkommenschaft eines ganzen Jahres durch das austrocknen der Laichgewässer im Hochsommer (Meyer et al., 2009). Durch die zeitlich gestaffelten Gelege können ab Mai Unkenkaulquappen in verschiedenen Entwicklungsstadien am Gewässer angetroffen werden (Niekisch 1990, Habel 1995 in Gollmann & Gollmann, 2002).

#### Verteilen des Laichs

Als zusätzliche Risikominimierung bezüglich des Trockenfallens einzelner Laichgewässer, wird der Laich eines einzelnen Weibchens in Raten ausgestossen und räumlich auf verschiedene Tümpel in der Umgebung verteilt (Abbühl, 1997).

#### Ertragen hoher Wassertemperaturen

Die Kaulquappen der Gelbbauchunke zeigen sich gegenüber hohen Wassertemperaturen äusserst tolerant. Sie ertragen Temperaturen bis zu 36 Grad Celsius (Meyer et al., 2009).

#### Langlebigkeit

Die Gelbbauchunke kann in ihrer natürlichen Umgebung bis zu 15 Jahre alt werden. Aufgrund dieser Tatsache kann eine Population Jahre ohne Fortpflanzungserfolg überleben. Ändern sich die Bedingungen bezüglich Witterung oder passender Laichgewässer in der kommenden Laichsaison, kann sich der Bestand wieder erholen (Meyer et al., 2009). Bei einer durch Abbühl und Durrer untersuchten Unkenpopulation war eine erfolgreiche Fortpflanzung mangels Laichgewässer während 6 Jahren nicht gegeben. Im 7. Jahr erholte sich der Bestand dank des Anlegens neuer temporärer Gewässer (Abbühl & Durrer 1993 in Abbühl, 1997).

#### Giftigkeit und Tarnung

Der Grund für das erfolgreiche Erreichen des hohen Alters liegt vor allem bei der Giftigkeit der Unke. Das Gift zählt zu den stärksten unter den einheimischen Amphibien und sorgt dafür, dass adulte Unken kaum Fressfeinde haben (Plytycz & Bigaj 1984 in Abbühl, 1997). Ausserdem schützt sie das Hautgift gegen schädliche Bakterien und Pilze. Bei Gefahr an Land nimmt die Gelbbauchunke die „Kahnstellung“ ein. Dabei krümmt sie ihren Rücken so durch, dass die gelbschwarze Bauchseite sichtbar wird. Diese dient als Warnsignal an die Fressfeinde (Gollmann & Gollmann, 2002). Im Wasser tauchen die Tiere oftmals ab und erzeugen durch Aufwirbeln des lehmigen Untergrunds ein trübes Milieu. Dank ihres flachen Körperbaus und der lehmfarbenen, warzig-körnigen Oberfläche ist die Unke in ihrer natürlichen Umgebung perfekt getarnt und wird daher von potentiellen Beutegreifern oft erst gar nicht bemerkt (Abbühl, 1997).

Die Mortalität der jungen Unken ist dagegen sehr hoch (Abbühl 1997). Diese können nach der Metamorphose bis zum Zeitpunkt, an dem die Gelbfärbung des Bauchs einsetzt, noch kein Gift produzieren und stellen für Räuber deshalb eine leichte Beute dar (Niekisch 1990 in Gollmann & Gollmann, 2002). Die Gelbbauchunken selbst ernähren sich zum überwiegenden Teil von Wirbellosen wie Insekten, Würmer und Spinnen (Meyer et al., 2009). Dabei schwimmen sie die Beute an der Wasseroberfläche aktiv an oder springen an Land zum Opfer und ergreifen es mit den Kiefern (Schneider 1954 in Gollmann & Gollmann, 2002).



Abbildung 2: Gut getarnte Gelbbauchunke im natürlichen Lebensraum (Aufnahme von Manuel Frei)

### 2.1.2. Lebensräume im Jahresverlauf

Nach dem Überwintern wandern die ersten Unken in nicht zu trockenen, frostfreien Nächten zu den Laichgewässern (Möller 1996 in Gollmann & Gollmann, 2002) und erreichen diese im April (Barandun 1990 in Gollmann & Gollmann, 2002). Das optimale Unkenlaichgewässer ist sonnenexponiert, klein, mit geringer Tiefe, vegetationsarm, führt während dem Frühjahr und Sommer Wasser und trocknet im Herbst oder Winter periodisch aus (Mermod et al. 2011, Gollmann & Gollmann 2002, Meyer et al. 2009). Mit fortschreitender Sukzession werden solche Tümpel zunehmend beschattet, mit Wasserpflanzen durchwachsen oder verlanden sogar ganz. Damit eine Gelbbauchunkenpopulation langfristig überleben kann, ist sie daher auf eine gewisse Dynamik ihres Lebensraums angewiesen (Gollmann & Gollmann, 2002). Eine solche Dynamik findet sich in ihren ursprünglichen Laichhabitaten wie Auengebieten, Rutschhängen, Tiersuhlen und überschwemmten Wald- oder Riedgebieten (Mermod et al.

2011, Meyer et al. 2009). Durch die Tätigkeiten des Menschen sind heute jedoch viele dieser ursprünglichen Lebensräume verschwunden. So besiedelt die Gelbbauchunke heute oftmals sekundäre bzw. durch den Menschen gestörte Lebensräume wie Abbaugelände (z.B. Lehm- und Kiesgruben), Deponiegelände, Waffenplätze oder die als Folge von Bodenverdichtung durch schwerer Maschinen in Land- und Forstwirtschaft entstandenen Tümpel in Fahrspuren (Mermod et al. 2011, Meyer et al. 2009, Gollmann & Gollmann 2002).

Adulte Unken (Mermod et al., 2011), vor allem aber Jungtiere und nicht paarungswillige Weibchen können sich während der Laichsaison periodisch an Land oder in Gewässern aufhalten, welche sich nicht zum laichen eignen (Möller 1996 in Gollmann & Gollmann, 2002). Solche Aufenthaltsgewässer können einen stärkeren Pflanzenbewuchs aufweisen und somit beschattet sein und über viele Versteckmöglichkeiten verfügen (Gollmann & Gollmann 2002, Mermod et al. 2011). Als Landlebensräume werden Wiesen, Weiden, Röhrichte oder der Wald aufgesucht. Besonders für den Wald oder walddnahe Gebiete scheinen die Unken eine besondere Vorliebe zu haben (Blab 1973, Feldmann 1971, Fellenberg 1974, Mertens 1928, Abbühl 1991 in Abbühl, 1997). Das Nutzen solcher Habitats, welche mehrere hundert Meter vom nächsten Laichgewässer entfernt sein können, bedingt jedoch eine hohe Luft- und Bodenfeuchtigkeit (Madej 1964, 1973, Niekisch 1990, Sy & Grosse 1998 in Gollmann & Gollmann, 2002).

Im Verlauf des Sommers oder Herbstes verlassen die Unken die Laichgewässer und suchen ihre Winterquartiere auf. Während die Jungtiere spätestens im Oktober abgewandert sind, verlassen adulte Tiere die Gewässer tendenziell früher (Gollmann & Gollmann, 2002). Auf dem Weg zu ihrem Überwinterungshabitat nutzt die Gelbbauchunke Korridore wie Fließgewässer, Wassergräben, Hecken, Krautsäume etc. (Mermod et al., 2011). An zu heissen Tagen wird unter Steinen, in Erdspalten oder unter Totholz Zuflucht gesucht (Mermod et al. 2011, Barandun 1996 in Gollmann & Gollmann, 2002). Solche Verstecke werden auch während der Laichsaison bei langen Trockenperioden genutzt (Niekisch 1990 in Gollmann & Gollmann, 2002).

Über die Winterquartiere der Unken ist wenig bekannt. Die meisten Literaturangaben bezeichnen als solche den Wald oder den Waldrand. Dabei handelt es sich hauptsächlich um Zufallsfunde. So wurden überwinterte Tiere unter morschen Baumstämmen (Lörcher 1996 in Gollmann & Gollmann, 2002), in einem Hohlraumssystem eines Schotterhangs (Möller 1993 in Abbühl, 1997), in moosigem Waldboden in 30-50cm Tiefe (Tolke 1995 in Abbühl, 1997) und weiteren ähnlichen Verstecken gefunden. Des Weiteren wurde beobachtet, dass sich Unken ihre Winterhabitate mit anderen Amphibien oder gar Reptilien teilen können (Szczerebak & Szczereban 1980 in Gollmann & Gollmann, 2002, Knauer 1905 in

Abbühl, 1997). Klar scheint, dass sich die Winterquartiere gemäss der Aussage von Mertens (1947) stets an Land befinden (Abbühl, 1997). Gegenüber dem offenen Gelände sind im Wald die Temperatur und die Feuchtigkeit des Bodens konstanter. Ausserdem ist hier eine Vielzahl von Hohlraum-Systemen vorhanden (Niekisch, 1990).

Während eines ganzen Jahres scheint demnach die Verbindung von offenen Flächen mit Waldgebieten der optimale Lebensraum für Gelbbauchunken zu sein (Abbühl, 1997).



Abbildung 3: Unkenlebensräume: Hirschsuhle (links oben), Brunnentrog und kürzlich ausgehobener Graben in einer Kiesgrube

### 2.1.3. Ortsbeziehungen

#### Gewässerbindung

Im Gegensatz zu juvenilen und subadulten Gelbbauchunken, welche eine hohe Bereitschaft zur Besiedlung neuer Laichgewässer zeigen, verhalten sich adulte Tiere bezüglich ihrer Gewässerwahl tendenziell konservativ (Niekisch 1990, Gollmann & Gollmann 2002). So können adulte Gelbbauchunken oft jahrelang im selben Gebiet oder gar im selben Gewässer beobachtet werden (Gollmann & Gollmann 2002). Niekisch (1990) untersuchte die Gewässerbindung von Gelbbauchunken mit Hilfe eines Verfrachtungs-Experiments in einer Tongrube. Dabei wurden männliche und weibliche Tiere aller Altersstufen aus ihren

Gewässern gefangen und in andere umgesetzt, welche sich 20 bis 80m weit weg vom Ursprungsgewässer befanden. Während alle subadulten Tiere das neue Gewässer annahmen oder abwanderten, kehrte ein Grossteil der adulten Unken zu ihrem Ursprungsgewässer zurück. Dabei zeigten die männlichen Tiere eine stärkere Gewässerbindung als die weiblichen. Die Tatsache, dass sich eine Gelbbauchunke jahrelang am selben Gewässer beobachten lässt muss nicht bedeuten, dass sie sich während der ganzen Fortpflanzungsperiode dort aufhält. Tatsächlich kann es auch während der Laichperiode zu Wanderungen kommen (Abbühl 1997, Niekisch 1990, Gollmann & Gollmann 2002). Dabei können die Tiere andere Gewässer in der näheren Umgebung aufsuchen oder aber grosse Distanzen zurücklegen (siehe Aktionsradius). Es ist daher durchaus möglich, dass sich Gelbbauchunken während einem Jahr an mehreren Gewässern am Fortpflanzungsgeschehen beteiligen (Gollmann & Gollmann, 2002). Da die Tiere bei solchen Wanderungen oftmals an ihren Ursprungsort zurückkehren, wird dieses Verhalten in der Fachliteratur oft auch als „Umhervagabundieren“ bezeichnet (Abbühl, 1997). Gründe für einen Wechsel des Laichgewässers können ein zu hoher Konkurrenzdruck durch Artgenossen (Niekisch, 1990) oder das Trockenfallen des Gewässers selbst sein (Gollmann & Gollmann, 2002). Allerdings kann es auch bei intakten Gewässern zu solchen Wechseln kommen (Abbühl 1997, Niekisch 1990, Gollmann & Gollmann 2002).

### **Besiedlung neuer Gewässer**

Juvenile und Subadulte Gelbbauchunken stellen durch ihre geringere Ortstreue, ihre Wanderaktivität und ihre spontane Bereitschaft zur Besiedlung neuer Gewässer die Grundlage für die Ausbreitung der Art dar (Niekisch 1990, Gollmann & Gollmann 2002). Nach der Metamorphose bleiben die juvenilen Unken noch ein bis zwei Wochen am Laichgewässer und wandern danach ab (Gollmann & Gollmann, 2002). Dabei ist keine Gruppendynamik zu beobachten. Viel mehr entfernen sich die Tiere individuell und sternförmig vom Gewässer weg (Niekisch 1990). Da die Gelbbauchunken während ihrer Wanderung auf eine hohe Luft- und Bodenfeuchtigkeit angewiesen sind, erfolgt das Abwandern meist während Niederschlagsperioden (Abbühl 1997, Niekisch 1990, Gollmann & Gollmann 2002). Durch diese entstehen neue Wasserstellen welche rasch von den Metamorphlingen besiedelt werden (Niekisch 1990). Bereits wenige Wochen nach der Metamorphose können die juvenilen Unken in Gewässern angetroffen werden, welche mehrere 100 Meter vom Ursprungsgewässer entfernt liegen (Sy & Grosse 1998 in Gollmann & Gollmann, 2002). Es ist ungeklärt, ob die jungen Gelbbauchunken dem neuen Gewässer treu bleiben oder nach der Erstbesiedlung zum Ort ihrer Geburt zurückkehren (Niekisch 1990, Gollmann & Gollmann 2002). Gollmann & Gollmann (2002) vermutet, dass junge Gelbbauchunken während ihrer Wanderaktivität die Umgebung kennenlernen und sich dabei

die Lage von Winterhabitaten und Laichgewässern merken um diese als Adulte gezielt aufsuchen zu können.

### **Aktionsradius**

Der Begriff Aktionsradius definiert die maximale Distanz zwischen zwei Fundorten eines Individuums. Es ist kaum möglich zu sagen wie weit Gelbbauchunken während einer Fortpflanzungssaison tatsächlich wandern. Gerade grosse Wanderdistanzen werden durch Feldaufnahmen häufig gar nicht erfasst. Zum einen ist die Fangwahrscheinlichkeit für Unken mit grossem Aktionsradius sehr gering. Ausserdem können die Tiere das definierte Untersuchungsgebiet verlassen und dadurch gar nicht erfasst werden (Gollmann & Gollmann, 2002). Die folgenden Zahlen sind daher als Minimalwerte zu interpretieren.

Bei einer Untersuchung im südniedersächsischen Ith-Hils-Bergland wanderte die Hälfte der erfassten Tiere zwischen 60 und 100m weit. Bei 10% wurden Distanzen von über 140m gemessen. Die grösste zurückgelegte Distanz lag bei 2510m (Herrmann, 1996). Niekisch (1990) fand im Juni metamorphisierte Gelbbauchunken im selben Jahr zwischen 15 und 850m vom ursprünglichen Gewässer entfernt. Auf einem militärischen Übungsplatz betrug der Aktionsradius 50-240m (Gollmann & Gollmann, 2002). Bei einer Wiese umgeben von Buchenwald 20-120m (Abbühl, 1997). Bezüglich der Wander-Geschwindigkeit konnte (Beshkov & Jameson 1980 in Gollmann & Gollmann, 2002) bei einem adulten Männchen eine durchschnittliche Distanz von 64m pro Tag feststellen. Laut Heusser (1956) legte ein adultes Tier gar 90m in einer Nacht zurück. Seidel (1988) fand ein Tier 1200m weit weg vom ursprünglichen Gewässer, welches nach 40 Tagen wieder dorthin zurückkehrte (Gollmann & Gollmann, 2002).

### **Orientierung**

Das Orientierungsvermögen von Gelbbauchunken wurde mit Hilfe von Verfrachtungs-Experimenten untersucht. Dabei zeigten die verfrachteten Unken nur bei tiefer Luftfeuchtigkeit eine Orientierung zum Gewässer hin. Scheinbar scheint der Geruchssinn beim Auffinden von Gewässern eine grosse Rolle zu spielen. Dieser wurde beim Versuch kurzfristig blockiert, was eine Orientierungslosigkeit der Unken zur Folge hatte. Ausserdem zeigten die Tiere bei zur Verfügung gestellten Wasserbecken eine Präferenz für diejenigen Becken, welche mit Wasser aus ihrem Ursprungsgewässer gefüllt waren. Neben dem Geruch scheinen sich Gelbbauchunken auch visuell zu orientieren. Bei mehrfachen Verfrachtungen derselben Tiere verkürzte sich die Rückkehrzeit zum Gewässer. Die Tiere prägen sich ihre Umgebung offenbar ein (Babenko & Paszczenko 1979 in Gollmann & Gollmann, 2002).

#### 2.1.4. Populationsbiologie

Eine Population ist eine Gruppe von Individuen einer Art, welche zusammen in einem bestimmten Gebiet leben. Die Abundanz oder Grösse einer solchen Population ist abhängig von der Geburten- und Sterberate, so wie von Zu- und Abwanderungen einzelner Tiere (Campbell & Reece, 2009).

Da das Überleben einer Gelbbauchunken-Population stark davon abhängt, ob neu entstandene Gewässer schnell besiedelt werden, scheinen Zu- und Abwanderungen gerade bei dieser Art eine grosse Bedeutung für ihre Populationsdynamik zu haben (Gollmann & Gollmann, 2002). Diese Wanderbewegungen ermöglichen einen gelegentlichen Individuenaustausch zwischen den einzelnen Unken-Populationen. Dabei bilden mehrere dieser als Subpopulationen bezeichneten Gruppen einen Teil der übergeordneten Metapopulation (Campbell & Reece, 2009). Innerhalb einer Metapopulation bringen einzelne Subpopulationen einen Überschuss an Nachkommen hervor. Solche Populationen werden als „sources“ oder Quellpopulationen bezeichnet. Wiederum ist bei anderen so genannten „sinks“ oder Verlustpopulation eine Abnahme der Abundanz festzustellen.

Verlustpopulationen sind für ihr langfristiges Bestehen auf die Zuwanderung durch Tiere der Quellpopulationen angewiesen (Gollmann & Gollmann, 2002). Gerade in durch den Menschen stark fragmentierten Landesteilen der Schweiz trifft das Metapopulationskonzept häufig zu. Es ist daher wichtig, den Gelbbauchunken durch Wanderkorridore und Habitatsinseln die Möglichkeit für einen zumindest gelegentlichen Austausch von Individuen zu ermöglichen. Zum Einen wird dadurch der Genfluss zwischen den Subpopulationen gewährleistet. Ausserdem können so Lebensräume, in denen die Gelbbauchunken ausgestorben sind, durch Emigranten der Quellpopulationen wieder besiedelt werden (Campbell & Reece, 2009). Die Quellpopulationen selbst sind ebenfalls auf einen gewissen Grad der Migration angewiesen, da ihre Abundanz nur bis zu einer bestimmten Individuendichte heranwachsen kann, ohne sich selber zu schaden. Ist dieser Punkt überschritten, kann die Konkurrenz um limitierende Ressourcen wie Nahrung und Raum zur Zunahme der Mortalitätsrate führen (Campbell & Reece, 2009). Bei der Gelbbauchunke scheinen besonders die Kaulquappen, auf Grund ihrer Unfähigkeit ihren Lebensraum zu wechseln, von einer solchen intraspezifischen Konkurrenz betroffen zu sein. Eine zu hohe Dichte an Kaulquappen führt zur Nahrungsknappheit, welche sich negativ auf die Grösse der Unken nach ihrer Metamorphose auswirkt und dadurch ihre Überlebenschancen mindert. Ausserdem sind in dicht besiedelten Gewässern die Verluste durch Trockenfallen oder Prädatoren deutlich grösser (Niekisch 1990, Gollmann & Gollmann 2002). Ein dichteregulierender Faktor scheint die Territorialität der männlichen Gelbbauchunken am Laichgewässer zu sein. Diese verteidigen beim Rufen ungefähr kreisförmige Reviere mit

bestimmten Minimalabständen, wodurch die Anzahl rufender Männchen durch die Grösse der Gewässeroberfläche limitiert ist (Niekisch, 1990).

Neben der eben diskutierten räumlichen Trennung besteht bei der Gelbbauchunke die Möglichkeit für eine zeitliche Trennung von Teilpopulationen innerhalb eines Lebensraums. Durch die lange Fortpflanzungsperiode und die vergleichsweise kurze Verweildauer der einzelnen Unken am Laichgewässer, ist eine solche Etappierung denkbar. Dieses Phänomen wurde bereits bei einzelnen Kreuzkrötenpopulationen beobachtet. Dabei konnten zwischen den einzelnen Subpopulationen eines Fundorts sogar unterschiedliche Genfrequenzen nachgewiesen werden. Obwohl bei der Gelbbauchunke diesbezüglich keine bestätigten Fälle bekannt sind, kann eine zeitliche Trennung von Subpopulationen innerhalb eines Lebensraums zurzeit auch nicht ausgeschlossen werden (Gollmann & Gollmann, 2002).

Die Frage nach der Mindestgrösse einer langfristig überlebensfähigen Population (Konzept der „minimum viable Population“) wurde bei Amphibien bisher noch ungenügend untersucht. Vergleiche mit anderen Wirbeltieren weisen auf eine minimale Populationsgrösse von 100-250 Tieren hin. Da Gelbbauchunkenbestände eine ausgesprochene Metapopulationsstruktur zeigen, muss die minimale Populationsgrösse auf die gesamte Metapopulation übertragen werden. Allerdings sind dabei tendenziell grössere Werte anzustreben (BAFU, 2002).

#### **2.1.5. Verbreitung in der Schweiz**

Das Verbreitungsgebiet der Gelbbauchunke beschränkt sich in der Schweiz fast ausschliesslich auf die Alpennordseite. Während sie im Mittelland von Genf bis zum Bodensee vorkommt und dort die grössten Bestände aufweist, ist sie an der Alpennordflanke und im Walliser Rhone-Tal weniger stark vertreten. Im Letzterem steht die Art kurz vor dem Aussterben (Meyer et al., 2009). Für die Alpensüdseite liegen seit 1910 keine gesicherten Nachweise mehr vor (Niekisch, 1990). Die Art gilt dort daher als ausgestorben (Meyer et al., 2009). Generell ist die Gelbbauchunke in den letzten Jahrzehnten in vielen Regionen von einem starken Rückgang betroffen (Meyer et al., 2009).

Die Höhenverbreitung der Art liegt zwischen 300 und 800m.ü.M. (Gollmann & Gollmann, 2002). Obwohl die Gelbbauchunke in älterer Literatur oft auch als Bergunke bezeichnet wird, meidet sie in der Regel Hügel- und Gebirgsregionen. Allerdings belegen Einzelfunde, dass eine erfolgreiche Fortpflanzung auch in grösserer Höhe möglich ist. Die höchstgelegene Population der Schweiz liegt auf 1145m.ü.M. bei Ebnat-Kappel (SG) (Meyer et al., 2009).

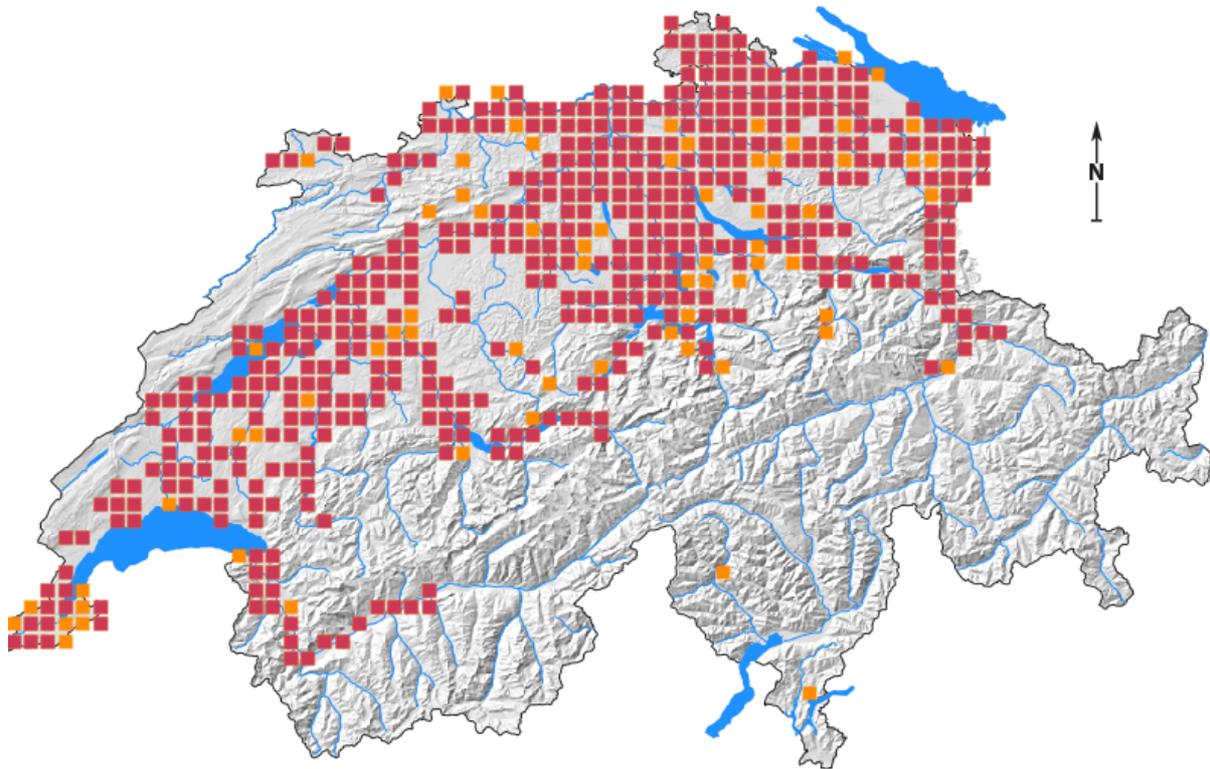


Abbildung 4: Verbreitung der Gelbbauchunke in der Schweiz. Orange = Beobachtungen vor 1990. Rot = Beobachtungen nach 1990. Quadrate entsprechen 5-mal 5 km. ([lepus.unine.ch/carto/](http://lepus.unine.ch/carto/))

### 2.1.6. Gefährdung

Die Gelbbauchunke wird auf der Roten Liste der Schweiz als stark gefährdet (EN) eingestuft (Schmidt & Zumbach 2005). Gemäss Meyer et al. (2009) sind heute über 50% der ehemals bekannten Schweizer Vorkommen verschwunden. Die Ursachen dafür liegen hauptsächlich am Mangel an geeigneten Laichgewässern (Gollmann & Gollmann, 2002). Die Regulierung von Flüssen und Bächen sowie die grossflächige Entwässerung von Wiesen und Weiden führten in der Schweiz zum Verlust der natürlichen Dynamik in der Landschaft. Diese wäre für die Entstehung von temporären Kleinstgewässern jedoch ausschlaggebend (Gollmann & Gollmann 2002, Mermod et al. 2011). So sind heute die meisten ursprünglichen Lebensräume der Gelbbauchunke verschwunden (siehe Kap. 2.1.2). Laichgewässer in sekundären Habitaten wie Abbaugeländen oder Radspuren werden oftmals zerstört, verlanden, trocknen aus oder werden durch Fischbesatz für Gelbbauchunken unattraktiv. Generell stellt der „übertriebene Ordnungssinn“ der Schweizer Wohnbevölkerung gerade für Pionierarten wie die Gelbbauchunken eine Schwierigkeit dar. So werden essentielle Laichgewässer oftmals als „störende Pfützen“ ohne Funktion fehlinterpretiert und zugeschüttet (Mermod et al., 2011).

Wie für die meisten Amphibienarten stellt die Zersiedlung der Schweiz auch für die Gelbbauchunke ein zunehmendes Problem dar (Abbühl, 1997). Strassen und Siedlungsräume verhindern den Individuenaustausch zwischen verschiedenen Vorkommen (Niekisch, 1990). Dies führt zu isolierten Populationen, welche sich in einem genetischen Flaschenhals befinden. Dadurch kann es zur Minderung der Fitness und des Fortpflanzungserfolg kommen, was wiederum das langfristige Überleben der Population gefährdet (Abbühl, 1997).

### **2.1.7. Schutz- und Fördermassnahmen**

#### **Schutzstrategie**

Primär gilt es, grosse, langjährig bestehende Populationen zu erhalten und zu fördern, so dass deren Reproduktion weiterhin gesichert bleibt (Mermod et al. 2011, Abbühl 1997). Dies bedingt eine Kenntnis von Altersstruktur, Reproduktionserfolg, Grösse bzw. Dichte und vor allem der geographischen Lage solcher Populationen. Durch Kartierungen und langfristiges Monitoring können die genannten Punkte geklärt werden und ermöglichen damit das Ausarbeiten von Pflegeplänen und Schutzstrategien (Abbühl, 1997). Bei Beständen in Primärlebensräumen genügt es, diese Habitate zu schützen und ihre natürliche Dynamik dadurch zu erhalten. In Sekundärlebensräumen wie Abbaugeländen ist ein gewisses Mass an Unterhaltsarbeiten für ein langfristiges Überleben der Gelbbauchunken-Populationen unabdingbar. Dies beinhaltet das Anlegen neuer geeigneter Laichgewässer, so wie die Beseitigung aufkommender Vegetation (Mermod et al. 2011, Abbühl 1997).

Ist der Weiterbestand der grossen Bestände gesichert, können diese durch das Schaffen von neuen Gewässern in einigen hundert Metern Entfernung weiter gefördert werden. Diese oft als Satellitengewässer bezeichneten Habitate, ermöglichen Quellpopulationen mit hoher Individuendichte eine Entlastung des Ursprungsstandorts, so wie das weiträumigere Besiedeln der Umgebung. Dadurch wird der Individuenaustausch mit anderen grossen Populationen gefördert. Sind die bisher genannten Schritte erfolgreich durchgeführt worden, können kleinere Populationen integriert und ebenfalls vernetzt werden (Mermod et al., 2011).

Bezüglich der Vernetzung ist darauf zu achten, dass die Biotopkorridore wie Gräben, Gebüschstreifen oder Waldränder miteinander verbunden sind. Ausserdem müssen die Gewässer innerhalb des Aktionsradius der Gelbbauchunke liegen (Abbühl, 1997). Gemäss Mermod et al. (2011) sollten die Abstände zwischen den Tümpelgruppen ca. 500m-2km betragen. Abbühl (1997) spricht hingegen von 20-120m. Obwohl sich die meisten Literaturangaben auf einen Aktionsradius zwischen ca. 20 und 200m beziehen (siehe Kap.2.1.3 Aktionsradius) und die Wahrscheinlichkeit einer Besiedlung bei geringer Distanz

sicherlich höher ist, gelten bei grossen Populationen 2km als oberstes Limit (Mermod et al. 2011, Abbühl 1997).

### **Bau neuer Tümpel**

Dank der Präferenz der Gelbbauchunke für kleine, seichte Gewässer, ist das Anlegen von geeigneten Tümpeln mit relativ geringem Aufwand verbunden. Bei staunassen, lehmigen Böden können durch das Graben und Verdichten kleiner Mulden schnell geeignete Laichgewässer geschaffen werden. Oftmals genügt es den Boden bei feuchten Verhältnissen mit schweren Fahrzeugen zu befahren (Mermod et al., 2011). Eine Variante die sich vor allem bei Trittsteinbiotopen oder Massnahmen im Siedlungsraum bewährt hat, ist das Eingraben von künstlichen Becken aus Beton oder Kunststoff (Barandun et al. 2009, Steigenberger & Fromhage 1996).

Beim Bau von neuen Unkengewässern sind folgende Punkte ausschlaggebend:

- Sonnenexponierte Lage (Niekisch 1990, Mermod et al. 2011, Abbühl 1997)
- Neues Gewässer ist von bestehenden Vorkommen aus zu erreichen (Mermod et al., 2011)
- Pro Standort immer mehrere Gewässer (Mermod et al., 2011)
- Fläche von ca. 0.3 bis 25m<sup>2</sup> (Niekisch, 1990)
- Tiefe von max. 60cm (Mermod et al., 2011)
- Lehmiger Boden wird bevorzugt (Abbühl, 1997)
- Laich wird gerne an Strukturen angeheftet (z.B. Grasbüschel welche ins Wasser reichen) (Niekisch, 1990)

Gemäss Niekisch (1990) kann ein Mangel an geeigneten Landhabitaten für eine Population ebenso limitieren wirken wie das Fehlen der Laichgewässer. Daher ist darauf zu achten, dass sich in Gewässernähe genügend Unterschlupfmöglichkeiten wie Wurzelstöcke, Stein- oder Asthaufen befinden (Mermod et al., 2011).

### **Unterhalt**

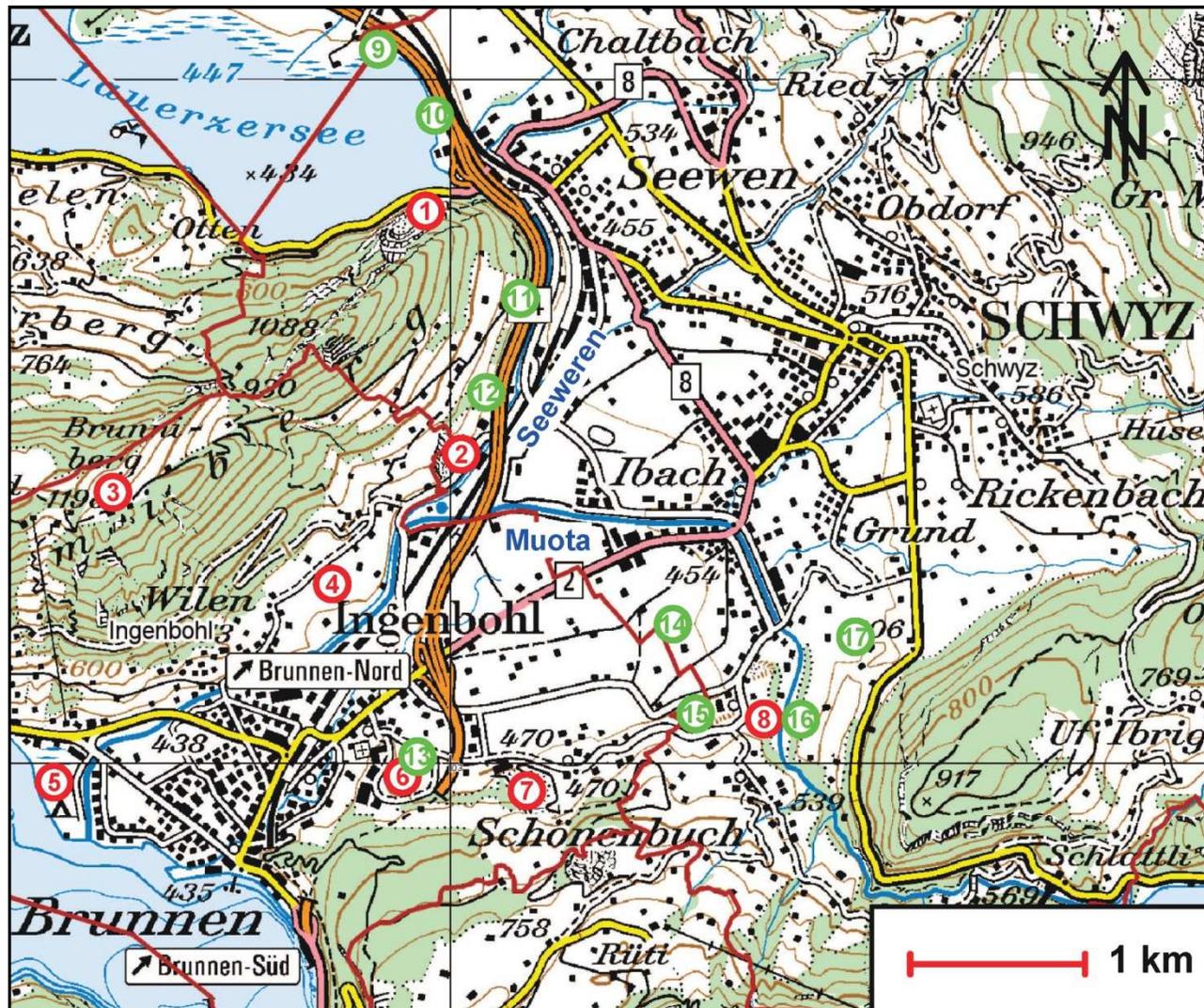
Um eine hohe Reproduktionsrate über mehrere Jahre zu gewährleisten sind regelmässige Massnahmen gegen die fortlaufende Sukzession am Gewässer erforderlich (Abbühl, 1997). Dies kann entweder durch das Entfernen aufkommender Vegetation oder das regelmässige Anlegen neuer Gewässer geschehen. Bei letzterem werden in Abständen von ca. 3 Jahren neue Gewässer geschaffen, wobei die bestehenden erhalten bleiben (Wagner, 1996). Ein solches Rotationsprinzip eignet sich besonders für Abbaugelände, da dort die Lage der weniger stark genutzten Gebiete häufig wechselt.

## 2.2. Untersuchungsgebiet

### 2.2.1. Allgemein

Die Standorte, die es in dieser Arbeit zu untersuchen galt, liegen im Talkessel der Gemeinden Schwyz und Ingenbohl im Kanton Schwyz. Das Untersuchungsgebiet in diesem Talkessel, befindet sich zwischen dem Lauerzersee und Vierwaldstädtersee und wird von den Gebirgszügen Urmiberg, Fronalpstock und dem grossen Mythen flankiert. Das Untersuchungsgebiet weist einen hohen Zerschneidungsgrad auf. Neben den Ballungsgebieten Schwyz, Ibach und Brunnen sind es vor allem die vielen Verkehrsträger, welche zur Zerschneidung der Landschaft beitragen und einen Austausch der lokalen Unkenpopulationen erschweren oder gar verhindern. Problematisch sind hier vor allem die A4, die Bahnlinie Schwyz-Brunnen, so wie die Schnellstrasse zwischen den beiden Ortschaften. Die genannten Strecken verlaufen von Nord nach Süd und trennen somit die westlichen von den östlichen Populationen. Neben kleineren Bächen fliessen die Seeweren und die Muota durch das Untersuchungsgebiet. Die Seeweren fliesst aus dem Lauerzersee und mündet in die Muota, welche schliesslich in den Vierwaldstädtersee fliesst. Die beiden Fliessgewässer können je nach Wasserstand und lokalem Verbauungsgrad ebenfalls Barrieren für wandernde Unken darstellen. Schliesslich ist die intensive Landwirtschaft des Gebiets als mögliches Hindernis für den Populationsaustausch zu nennen. Diese beansprucht vor allem zwischen Brunnen und Ibach grosse Flächen für sich.

In dieser Arbeit wurden die Unkenbestände von insgesamt 17 Gewässerkomplexen untersucht (Abb.5). Diese befinden sich in Steinbrüchen, Naturschutzgebieten, auf landwirtschaftlich genutzten Wiesen und im Siedlungsgebiet. Die Bandbreite reicht von im Boden versenkten Beton-Trogen und kleinen, durch Lehm verdichteten Teichen bis zu grossen Gewässerkomplexen mit vielen zusammenhängenden Gewässern. Zum Teil handelt es sich hierbei um bereits bekannte Unkenvorkommen, welche im Rahmen der Bachelorarbeit von Daniel Hasen (2011) beschrieben und untersucht wurden (rote Zahlen in Abb.5). Besonders hervorzuheben sind hier die grösseren Standorte (über 30 Tiere) Wilen, Steinbruch Nägeli, Steinbruch Unterschönenbuch, sowie Hinter Ibach, welcher das grösste Unkenvorkommen der Innerschweiz beherbergt (Hasen, 2011). Neu kommen dazu die Standorte, welche 2011 durch das Projekt „Vernetzung Gelbbauchunken Schwyz-Ingenbohl“ geschaffen wurden (grüne Zahlen in Abb.5). Die Höhenlage der Standorte variiert zwischen 430m.ü.M. (Hopfräben) und 1070m.ü.M (Brunniberg). Grosse Differenzen bestehen auch bei den Distanzen zwischen zwei benachbarten Gewässern, welche sich zwischen 160m und 1300m bewegen.



1. Steinbruch Zingel
2. Steinbruch Nägeli
3. Brunniberg
4. Wilen
5. Hopfräben
6. Klosterweiher
7. Steinbruch Unterschönenbuch
8. Hinter Ibach
9. Schornen
10. Seemättli
11. Rossmatt
12. Zivilschutzanlage
13. Halten
14. Chrummriedmatt
15. Hasenbühl
16. Schachen Ost
17. Degenberg

Abbildung 5: Übersichtsplan des Untersuchungsgebiets mit alten (rote Kreise) und neuen Standorten (grüne Kreise) (webmap.sz.ch. Geoportal des Kantons Schwyz, bearbeitet mit Vectorworks2011E)

### 2.2.2. Vernetzungsprojekt Schwyz-Ingenbohl

Das Projekt „Vernetzung Gelbbauchunken Schwyz-Ingenbohl“ läuft seit 2008 und ist eine Begleitmassnahme des Vernetzungsprojekts Talkessel (Gemeinden Schwyz und Ingenbohl). Bei der Planung und Durchführung wurde der Projektleiter Michael Schlitner (Schlitner Landschaftsplanung) durch den Regionalvertreter für Amphibienschutz (karch) Thomas Hertach unterstützt. Der nun folgende Abschnitt bezieht sich auf die beiden Quellen „Jahresbericht 2010“ (Schlitner et al., 2010) und „Jahres- und Schlussbericht Umsetzungsphase 2011“ (Schlitner et al., 2012).

Obwohl die Gelbbauchunke im Untersuchungsgebiet erstaunlich gut vertreten ist, waren die Laichgewässer stark voneinander isoliert. Mit dem Ziel die bestehenden Populationen miteinander zu vernetzen wurden im Herbst 2011 neun neue Gewässerkomplexe mit insgesamt 39 Einzelgewässern angelegt. In Berücksichtigung der Ökologie der Gelbbauchunke, wurden pro Standort zwischen zwei bis neun ca. 40cm tiefe Tümpel gegraben. Die Distanzen zu den benachbarten bestehenden Populationen betragen zwischen 160 und 720 Metern.

Der Bau erfolgte meist an Orten mit Hangwasser oder lehmigem Boden. Durch das Graben und Verdichten von Mulden konnten daher an fast allen Standorten natürliche Verhältnisse geschaffen werden. Einzig bei zwei Standorten mussten aufgrund der Durchlässigkeit des Bodens künstliche Elemente in Form von Plastikbecken und Betontrögen verwendet werden. Dank dem Einverständnis der Grundeigentümer konnten ausserdem bei zwei Standorten mehrere Ast- und Steinhaufen um die neu erstellten Gewässer angelegt werden.



Abbildung 6: Michael Schlitner und Thomas Hertach (rechts) vor Baubeginn des Objekts Halten (Schlitner et al. 2012)

Die genaue Lage der neuen Gewässerkomplexe wurde auf Grund von Feldbegehungen und einem zuvor erstellten Idealplan festgelegt:

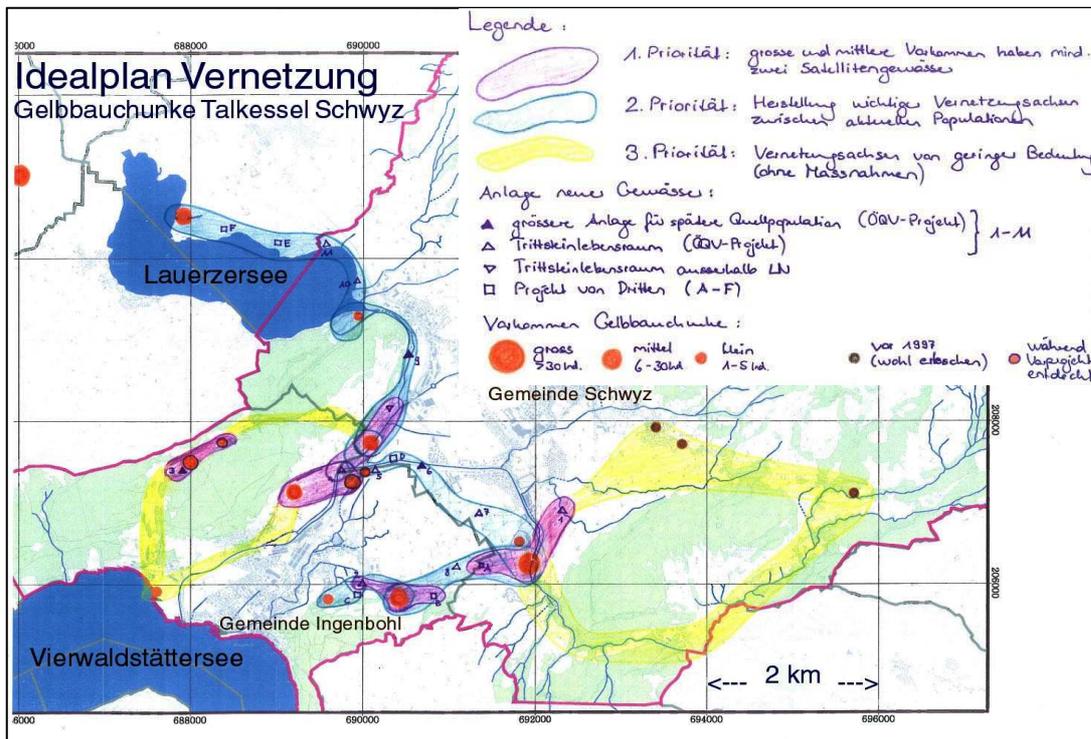


Abbildung 7: Idealplan Vernetzung (Schlitner et al., 2010)

Der Idealplan unterscheidet drei Arten von Verbindungsachsen unterschiedlicher Priorität. Erste Priorität hat die Stärkung der grossen und mittelgrossen Populationen. Ziel war der Bau von mindestens zwei erreichbaren Tümpelgruppen im Umkreis dieser Standorte (violette Farbe im Idealplan). Die Verbindungsachsen mit zweiter Priorität sollen generell bestehende Populationen, unabhängig von ihrer Grösse, miteinander vernetzen (blaue Farbe). Die gelb markierten Flächen stellen Vernetzungsachsen mit geringerer Bedeutung dar und wurden bei der Umsetzung des Vernetzungsprojekts vorerst zurückgestellt. Aus unterschiedlichen Gründen konnten bisher nicht alle geplanten Massnahmen umgesetzt werden. Die Resultate dieser Arbeit sollen dabei helfen, erste Erfolge zu dokumentieren und allenfalls Handlungsbedarf für weitere Vernetzungsmassnahmen aufzuzeigen.

Gegenwärtig befindet sich das Vernetzungsprojekt in der Betriebsphase. Diese umfasst neben Wirkungskontrollen vor allem die Pflege der neuen Gewässer. Durch das Unterzeichnen des Pflegevertrags verpflichten sich die Grundeigentümer / Bewirtschafter für den Unterhalt des Gewässers während sechs Jahren zu sorgen. Dies beinhaltet das Mähen der Ufer- und Pufferzone, die Gehölzpflege um das Gewässer, sowie die allfällige Vergrösserung der Wasserfläche durch das Abstechen des Ufers bei üppigem Bewuchs. Diese Massnahmen sollen den langfristigen Erhalt des Pioniercharakters und somit die Attraktivität als Laichgewässer für Gelbbauchunken sicherstellen.

### 2.2.3. Objektbeschreibung

Aufgrund der gegenwärtigen Vernetzungssituation können die Standorte räumlich in die nordwestliche und die südliche Talseite unterteilt werden (Vergleich Abb.5). Die Bedeutung der einzelnen Standorte wird anhand der durch Daniel Hasen (2011) ermittelten Populationsgrössen bewertet. Diese liegen jedoch ausschliesslich für die länger bekannten Gelbbauchunken-Bestände vor (rote Zahlen in Abb.5). Zur Orientierung dienen jeweils ein Kartenausschnitt der Abbildung 5 sowie ein kurzer Steckbrief sämtlicher Standorte. In der Bachelorarbeit von Hasen (2011) sind viele Fotos und kartographische Darstellungen der älteren Standorte zu finden. Im Anhang A dieser Arbeit sind sämtliche Standorte, sowie deren Bewirtschafter und Grundeigentümer tabellarisch zusammengefasst.

#### Südliche Talseite



Abbildung 8: Südliche Talseite des Untersuchungsgebiets (Ausschnitt der Abbildung 5)

Im südöstlichen Bereich des Untersuchungsgebiets befindet sich mit **Hinter Ibach (8)** die grösste und somit wertvollste Population des Talkessels. Auf dem Gebiet, welches am Westufer der Muota liegt und östlich an einen Wald angrenzt, findet sich eine Vielzahl von Einzelgewässern. Durch die gelegentliche Rinder-Beweidung entstehen nach Regenfällen wassergefüllte Tümpel in Kuhritten und Senken, welche von den Gelbbauchunken schnell besiedelt werden.

**Name und Nr.:** Hinter Ibach / 8

**Koordinaten:** 691964 / 206369

**Höhe:** 460m.ü.M.

**Fläche des Standorts:** 0.9ha

**Anzahl Einzelgewässer:** 13 (nach Regenfällen mehr)

**Populationsgrösse 2011:** 825 bis 878 (Lincoln Index)



**Abbildung 9: Standort Hinter Ibach (8)**

Zur Stärkung der Quellpopulation Hinter Ibach wurden die beiden östlich gelegenen Satellitengewässer **Schachen Ost (16)** und **Degenberg (17)** angelegt. Der Standort Schachen Ost liegt am Hangfuss einer landwirtschaftlich genutzten Böschung, direkt neben dem ehemaligen Spinnereikanal. Die Tümpel bei Degenberg befinden sich ebenfalls auf Landwirtschaftsfläche und grenzen an den Gibelbach an (Schlitner et al., 2012). Beide Biotope (Schachen Ost und Degenberg) sind durch die Muota und den ehemaligen Spinnereikanal von der Population Hinter Ibach getrennt. Während die Muota bei niedrigem Wasserstand in den Sommermonaten überquert werden kann, stellt der Spinnereikanal ein grosses Hindernis für die wandernden Unken dar (Schmidt, 2012). Hier werden gegenwärtig noch Lösungen für die bessere Durchlässigkeit des Kanals gesucht (Schlitner et al., 2012).

**Name und Nr.:** Schachen Ost / 16

**Koordinaten:** 692070 / 206430

**Höhe:** 460m.ü.M.

**Fläche des Standorts:** 35m<sup>2</sup>

**Anzahl Einzelgewässer:** 2

**Populationsgrösse 2011:** -



**Abbildung 10: Standort Schachen Ost (16) mit ehemaligem Spinnereikanal**

**Name und Nr.:** Degenberg / 17  
**Koordinaten:** 692420 / 206770  
**Höhe:** 500m.ü.M.  
**Fläche des Standorts:** 130m<sup>2</sup>  
**Anzahl Einzelgewässer:** 2  
**Populationsgrösse 2011:** -



**Abbildung 11: Standort Degenberg (17)**

Der Standort **Hasenbühl (15)** könnte als Trittstein-Gewässer für Hinter Ibach (8) und die ebenfalls grosse Population des Steinbruchs Unterschönenbuch (7) fungieren. Der Gewässerkomplex Hasenbühl wurde nicht im Rahmen des Projekts „Vernetzung Gelbbauchunken Schwyz-Ingenbohl“ errichtet, befindet sich jedoch in idealer Lage. Allerdings ist die Vegetation im wasserführenden Teich sehr üppig, was die Attraktivität des potentiellen Laichgewässers für Gelbbauchunken schmälert.

**Name und Nr.:** Hasenbühl / 15  
**Koordinaten:** 691412 / 206249  
**Höhe:** 480m.ü.M.  
**Fläche des Standorts:** 40m<sup>2</sup>  
**Anzahl Einzelgewässer:** 3  
**Populationsgrösse 2011:** -



**Abbildung 12: Wasserführender Teich beim Standort Hasenbühl (15)**

Der Steinbruch **Unterschönenbuch (7)** umfasst neben einigen Teichen mit mässiger bis dichter Vegetation zwei Wassergräben, von welchen einer kürzlich neu ausgebaggert wurde. Das Gebiet grenzt südlich an einen Wald und wird gelegentlich von Schafen beweidet.

**Name und Nr.:** Unterschönenbuch / 7  
**Koordinaten:** 690260 / 205895  
**Höhe:** 450m.ü.M.  
**Fläche des Standorts:** 0.2ha  
**Anzahl Einzelgewässer:** 6  
**Populationsgrösse 2011:** 226 bis 470 (Lincoln Index)



**Abbildung 13: Einzelnes Gewässer beim Steinbruch Unterschönenbuch (7)**

Westlich des Steinbruchs Unterschönenbuch liegt beim **Klosterweiher (6)** die letzte vermutete Population dieser Talseite. Bei der Bestandserhebung durch Hasen konnten hier keine Tiere gefangen oder gehört werden. Generell scheint das Gewässer wegen seines dichten Schilfbewuchses nicht als Laichgewässer für Gelbbauchunken geeignet zu sein.

**Name und Nr.:** Klosterweiher / 6  
**Koordinaten:** 689735 / 205981  
**Höhe:** 440m.ü.M.  
**Fläche des Standorts:** 2.3ha  
**Anzahl Einzelgewässer:** 1  
**Populationsgrösse 2011:** -



**Abbildung 14: Klosterweiher (6) mit dichtem Schilfgürtel**

Der nur 160m vom Klosterweiher entfernte neu angelegte Standort **Halten (13)** dient als Trittsteinlebensraum für die Unken des Klosterweihers sowie des Steinbruchs Unterschönenbuch. Die Tümpel wurden linienartig angelegt und liegen beim Zusammenfluss des Kloster- und Moosbächlis (Schlitner et al., 2012).

**Name und Nr.:** Halten / 13

**Koordinaten:** 689790 / 206030

**Höhe:** 440m.ü.M.

**Fläche des Standorts:** 60m<sup>2</sup>

**Anzahl Einzelgewässer:** 3

**Populationsgrösse 2011:** -



Abbildung 15: Standort Halten (13) kurz nach dem Bau (Schlitner et al., 2012)

### Nordwestliche Talseite

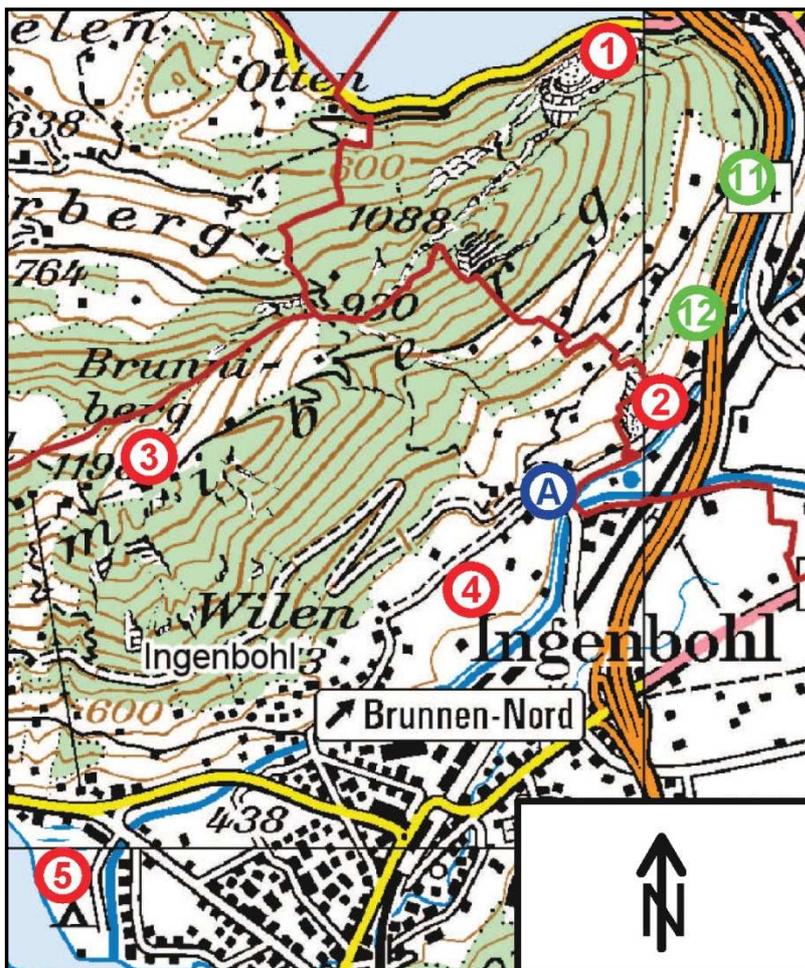


Abbildung 16: Nordwestliche Talseite des Untersuchungsgebiets (Ausschnitt der Abbildung 5)

Am Ufer des Vierwaldstättersees liegt das Flachmoor **Hopfräben (5)**. Hier finden sich keine Einzelgewässer, sondern ein grosses zusammenhängendes Grabensystem. Während der Bestandserhebung 2011 konnten nur wenige Individuen gefangen werden. Allerdings ist das Gebiet mit 6.5ha sehr gross und aufgrund der dichten Vegetation schlecht begehbar. Daher wurde das Flachmoor damals nur kleinflächig untersucht (Hasen, 2011). Ein Austausch mit den benachbarten Populationen Wilen (4) und Brunniberg (3) ist wegen den grossen Distanzen und dem dazwischenliegenden Siedlungsgebiet nur schwer vorstellbar.

**Name und Nr.:** Hopfräben / 5

**Koordinaten:** 687728 / 205706

**Höhe:** 430m.ü.M.

**Fläche des Standorts:** 6.5ha

**Anzahl Einzelgewässer:** -

**Populationsgrösse 2011:** 6 gefangene Tiere während 3 Begehungen



**Abbildung 17: Grabenabschnitt beim Standort Hopfräben (5) (Hasen, 2011)**

Die Gelbbauchunken-Population auf dem **Brunniberg (3)** befindet sich ca. 1.5km von der benachbarten Population Wilen (4) entfernt. Mit einer für Gelbbauchunken ungewöhnlichen Höhenlage von ca. 1070m.ü.M. handelt es sich um die höchstgelegene Population im Untersuchungsgebiet. Aufgrund der Höhendifferenz und der beträchtlichen Distanz zum benachbarten Wilen (4) ist die Population Brunniberg mit grösster Wahrscheinlichkeit isoliert. Während der Erhebung im Sommer 2011 war der Bestand auf drei Standorte verteilt. Zwei Brunnenröge und einige Pfützen am Waldrand, welche durch das Suhlen von Hirschen entstanden sind (Hasen, 2011). Um die Wasserführung während der Laichperiode zu gewährleisten, wurden zwei der Hirschsuhlen vergrössert und daneben zwei weitere Gewässer angelegt (Schlitner et al., 2012).

**Name und Nr.:** Brunniberg / 3

**Koordinaten:** 687950 / 207420

**Höhe:** 1070m.ü.M.

**Fläche des Standorts:** 90m<sup>2</sup>

**Anzahl Einzelgewässer:** 4

**Populationsgrösse 2011:** 16 gefangene Tiere während 3 Begehungen



**Abbildung 18: Neue Gewässer am Standort Brunniberg (3)**

Beim Riedgebiet **Wilten (4)** handelt es sich um eine Senke auf dem Landwirtschaftsland der Familie Schilter. Bei niedrigem Wasserstand sind die Wasserstellen in einen grösseren Teich und viele Gräben unterteilt. Nach starken Regenfällen füllt sich die ganze Senke mit Wasser und bildet einen grossen Weiher (Hasen, 2011). Das Ried kann aufgrund seiner Topologie und der umliegenden landwirtschaftlichen Nutzung als relativ nährstoffreich eingestuft werden und weist eine entsprechend dichte Vegetation auf.

**Name und Nr.:** Wilten / 4

**Koordinaten:** 689210 / 207065

**Höhe:** 480m.ü.M.

**Fläche des Standorts:** 0.3ha

**Anzahl Einzelgewässer:** Abhängig von  
Witterung

**Populationsgrösse 2011:** 27 gefangene Tiere  
während 3 Begehungen



**Abbildung 19: Standort Wilten (4) bei niedrigem Wasserstand**

Um einen Individuenaustausch zwischen der Population in Wilten (4) und dem ca. 1km weiter nordöstlich gelegenen **Steinbruch Nägeli (2)** zu fördern, war im Rahmen des Vernetzungsprojekts ein grösserer Gewässerkomplex (A) beim Zusammenfluss der Muota mit der Seeweren geplant. Mangels Bewilligung konnte der Bau jedoch nicht umgesetzt werden (Schlitner et al., 2012). Da es sich bei den Standorten Wilten und Nägeli um zwei grosse Populationen handelt, ist zu hoffen, dass die Umsetzung in Zukunft gelingt.

Das Objekt Steinbruch Nägeli (2) selbst setzt sich aus zwei Gewässerkomplexen zusammen. Der erste liegt unmittelbar neben dem Einfahrtsbereich des Steinbruchs und beinhaltet zwei grössere und einen kleineren Teich. Die Vegetation ist mässig und besteht hauptsächlich aus Schilf (*Phragmites australis*). Der zweite Gewässerkomplex befindet sich im hinteren Teil des Steinbruchs. Hier befinden sich sechs permanente Gewässer mit relativ starkem Algen- und Pflanzenbewuchs.

**Name und Nr.:** Nägeli / 2

**Koordinaten:** 690000 / 207694

**Höhe:** 460m.ü.M.

**Fläche des Standorts:** 750m<sup>2</sup> (Beide  
Gewässerkomplexe zusammen)

**Anzahl Einzelgewässer:** 9

**Populationsgrösse 2011:** 78 gefangene Tiere  
während 3 Begehungen



**Abbildung 20: Gewässerkomplex beim Einfahrtbereich des Steinbruchs Nägeli (2)**

Ausgehend vom Steinbruch Nägeli (2) bilden die beiden neuen Standorte **Rossmatt (11)** und **Zivilschutzanlage (12)** entlang der Seeweren eine Verbindungsachse zum weiter nördlich gelegenen Steinbruch Zingel (1). Wegen der weiten Distanz und der Zerschneidung durch Verkehrsträger war eine Vernetzung in diesem Abschnitt besonders anspruchsvoll. Darum wurde im Gebiet **Rossmatt (11)** ein grösserer Gewässerkomplex geschaffen, welcher künftig eine permanente Quellpopulation beheimaten soll. Der Standort verfügt aufgrund seiner Grösse und der vorhandenen Landlebensräume über ein grosses ökologisches Potential.

**Name und Nr.:** Rossmatt / 11

**Koordinaten:** 690560 / 208840

**Höhe:** 460m.ü.M.

**Fläche des Standorts:** 400m<sup>2</sup>

**Anzahl Einzelgewässer:** 9

**Populationsgrösse 2011:** -



**Abbildung 21: Standort Rossmatt (11)**

Der Standort **Zivilschutzanlage (12)** soll den wandernden Gelbbauchunken die Unterquerung der Autobahn erleichtern. Da das Regenwasser an dieser Stelle leicht versickert wurden beim Bau künstliche Elemente in Form von Betontrögen verwendet. Die Elemente wurden angrenzend zur Landwirtschaftsfläche ebenerdig eingegraben. Um ein trockenfallen der künstlichen Gewässer zu simulieren, befindet sich in jedem der Tröge ein herausziehbares Messingrohr. Ausserdem wurde jeder Trog mit Steinaufbauten als Ausstiegshilfe versehen (Schlitner et al., 2012).

**Name und Nr.:** Zivilschutzanlage / 12

**Koordinaten:** 690030 / 208090

**Höhe:** 460m.ü.M.

**Fläche des Standorts:** Wannen à 0.5 - 2m<sup>2</sup>

**Anzahl Einzelgewässer:** 6

**Populationsgrösse 2011:** -



**Abbildung 22: Betontröge beim Standort Zivilschutzanlage (12)**

Der **Steinbruch Zingel (1)** weist zwei Gewässer auf. Der grössere der beiden Teiche ist auf einer Anhöhe und verfügt über praktisch keine Vegetation. Im umliegenden Gebiet befindet sich eine Vielzahl von geeigneten Landhabitaten wie Wurzelstöcken und Steinhaufen. Der kleinere, 2011 neu angelegte Teich konnte wegen des durch den Steinbruchbetreiber als zu hoch eingeschätzten Gefahrenrisikos nicht untersucht werden.

**Name und Nr.:** Zingel / 1

**Koordinaten:** 689809 / 209253

**Höhe:** 480m.ü.M.

**Fläche des Standorts:** Wasserfläche des grossen Teichs ca.20m<sup>2</sup>

**Anzahl Einzelgewässer:** 2

**Populationsgrösse 2011:** 42 bis 45 (Lincoln Index)



**Abbildung 23: Der grössere der beiden Teiche am Standort Zingel (1)**

## Vernetzung der beiden Talseiten

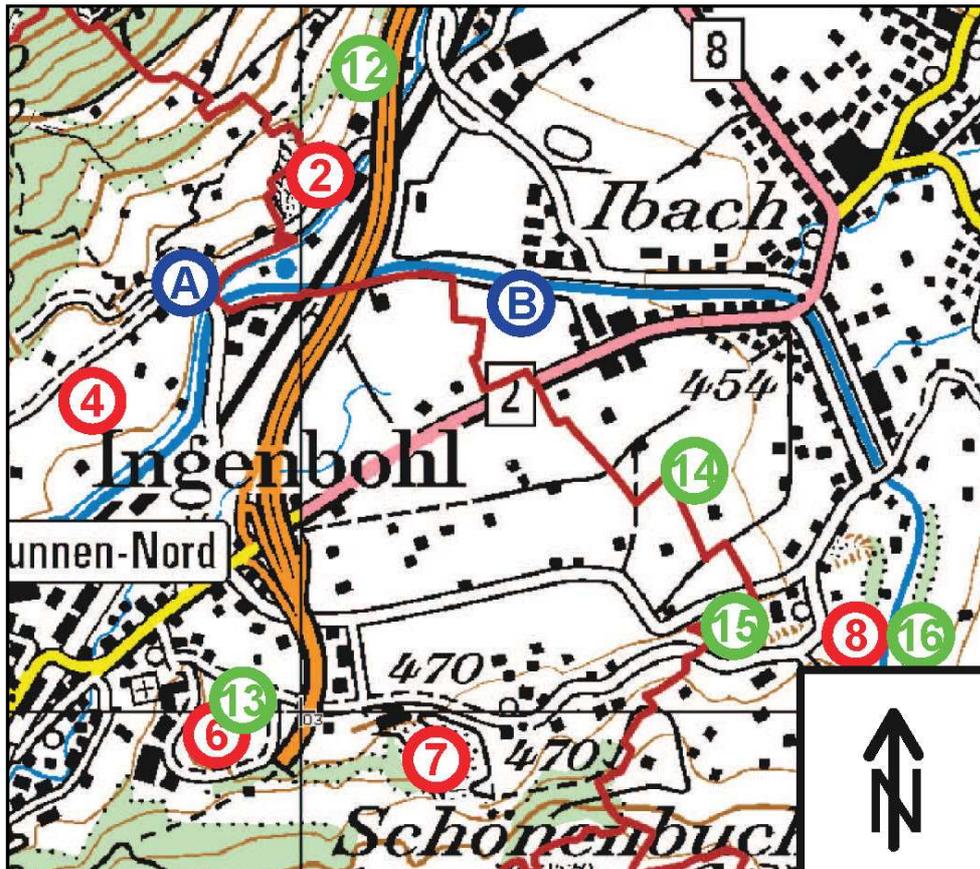


Abbildung 24: Potentielle Vernetzungsachse der beiden Talseiten, durch die Standorte 14, A und B (Ausschnitt der Abbildung 5)

Der Idealplan (Abb.7) zeigt eine Vernetzungsachse zwischen der südlichen- und der nordwestlichen Talseite. Der Bau der beiden grösseren Standorte A und B, welche massgeblich zur Vernetzung der Talseiten beitragen würden, konnte vorerst nicht realisiert werden. Zurzeit fungiert der Standort Chrummriedmatt (14) für die Unken als erste Station für die erfolgreiche Überquerung des Talbodens. Chrummriedmatt befindet sich auf dem Grundstück einer Baumschule. Durch die anthropogene Nutzung entstehen auf dem Gelände immer wieder temporäre Wasserstellen. Ausserdem weist der Standort die einzigen Gehölzstrukturen auf, in der sonst intensiv landwirtschaftlich genutzten Umgebung. Wegen des tiefen Grundwasserspiegels kamen hier beim Bau Plastik-Becken zum Einsatz. Diese wurden an zwei unterschiedlichen Stellen des Geländes, in einer Distanz von 190m zueinander ebenerdig eingegraben. Wie bereits bei den Betontrögen der Zivilschutzanlage (12) wurden auch hier als Ausstiegshilfe Steinaufbauten installiert (Schlitner et al., 2012).

**Name und Nr.:** Chrummriedmatt / 14

**Koordinaten:** 691'230/206'810, 691'420/206'810

**Höhe:** 460m.ü.M.

**Fläche des Standorts:** Wannen à 0.5 - 2m<sup>2</sup>

**Anzahl Einzelgewässer:** 5

**Populationsgrösse 2011:** -



Abbildung 25: Eines der fünf Plastikbecken bei Chrummriedmatt (14)

### Vernetzungsachse Lauerzersee

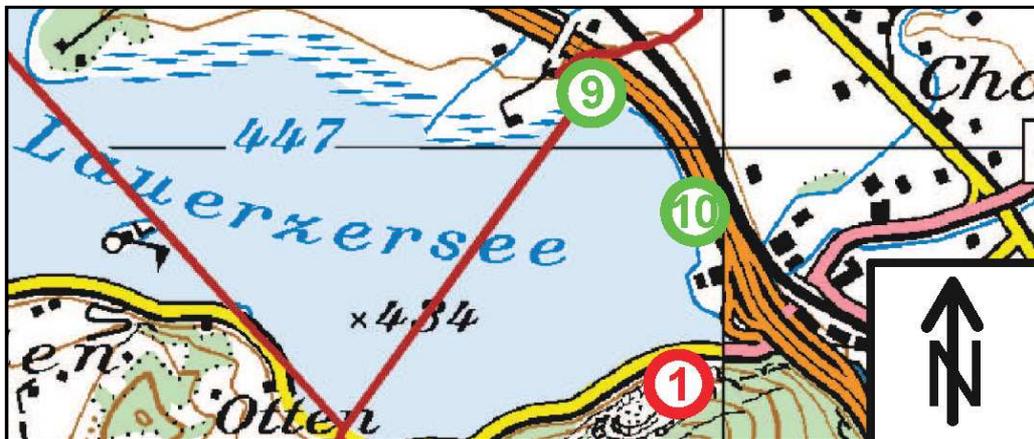


Abbildung 26: Vernetzungsachse entlang des Lauerzersees (Ausschnitt der Abbildung 5)

Nördlich des Steinbruchs Zingel (1) wurden entlang des Lauerzersees die beiden Tümpelgruppen Seemättli (10) und Schornen (9) angelegt.

Ziel der Vernetzungsachse ist die Verbindung der Unken-Population Zingel mit der grossen Population des kantonalen Naturschutzgebiets Sägel-Schutt. Diese liegt in nordwestlicher Richtung am Lauerzersee und befindet sich bereits ausserhalb des Untersuchungsgebiets (Schlitner et al., 2010).

Die Tümpel des Standorts **Seemättli (10)** wurden unmittelbar ausserhalb des Flachmoorobjekts Schornen angelegt. Sie grenzen nördlich an einen dichten Schilfgürtel und werden von der westlichen Seite durch das Ufergehölz des Lauerzersees beschattet.

**Name und Nr.:** Seemättli / 10  
**Koordinaten:** 689940 / 209840  
**Höhe:** 450m.ü.M.  
**Fläche des Standorts:** 80m<sup>2</sup>  
**Anzahl Einzelgewässer:** 4  
**Populationsgrösse 2011:** -



**Abbildung 27: Standort Seemättli (10)**

Der weiter nördlich gelegene Standort **Schornen (9)** umfasst vier flachgründige Teiche, welche sich bei hohem Wasserstand zu einem grossen verbinden. Der Standort grenzt südlich an die Streufläche des Flachmoorobjekts Schornen (Schlitner et al., 2012).

**Name und Nr.:** Schornen / 9  
**Koordinaten:** 689560 / 210170  
**Höhe:** 450m.ü.M.  
**Fläche des Standorts:** 120m<sup>2</sup>  
**Anzahl Einzelgewässer:** 4  
**Populationsgrösse 2011:** -



**Abbildung 28: Standort Schornen (9) mit hohem Wasserpegel**

## 2.2.4. Schutzgebiete

Einige der in dieser Arbeit untersuchten Gelbbauchunken-Populationen befinden sich in oder direkt neben Bundesinventar-Objekten, kantonally geschützten Biotopen oder Naturschutzgebieten. Ausserhalb ihrer Laichbiotope können Unken geschützte Gebiete als sichere Wanderkorridore nutzen.

Im Untersuchungsgebiet befinden sich mit den Objekten Klosterried Ingenbohl (SZ77) und Unterschönenbuch (SZ153) zwei Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung. Während das Klosterried ortsfest ist, handelt es sich beim Steinbruch Unterschönenbuch um ein Wanderobjekt (BAFU, 2007). Wanderobjekte werden nicht durch einen Perimeter umschrieben, sondern können ihre Lage im Verlauf der Zeit ändern. Diese Schutzmassnahme wird oft in Abbaugebieten angewendet, da diese normalerweise von räumlichen Verschiebungen betroffen sind (BAFU, 2002). Das Amphibienlaichgebiet Aazopf (SZ138) liegt knapp ausserhalb des Untersuchungsgebiets, verdient aufgrund seiner Grösse und Lage jedoch Beachtung. Die folgende Aufzählung fasst die für Amphibien relevanten Schutzgebiete des Untersuchungsgebiets zusammen (Vergleich Abb.29). Beinhalten die Schutzgebiete Objekte, welche im Rahmen dieser Arbeit untersucht wurden, so sind diese jeweils als Standorte angefügt.

### Bundesinventare

- Amphibienlaichgebiet von nationaler Bedeutung, ortsfest (SZ138, Aazopf)
- Amphibienlaichgebiet von nationaler Bedeutung, ortsfest (SZ77, Klosterried Ingenbohl); Standorte: Klosterweiher (6) und Halten (13)
- Amphibienlaichgebiet von nationaler Bedeutung, Wanderobjekt (SZ153, Unterschönenbuch); Standort: Steinbruch Unterschönenbuch (7)
- BLN (1606; Vierwaldstädtersee mit Kernwald, Bürgenstock, Rigi); Standorte: Brunniberg (3), Steinbruch Zingel (1) und Hopfräben (5)
- BLN (1604; Lauerzersee); Standorte: Seemättli (10) und Schornen (9)

### Kantonale Naturschutzgebiete

- Kantonales Naturschutzgebiet Lauerzersee-Sägel-Schutt

### Kantonally geschützte Biotope

- Flachmoor (2906, Hopfräben); Standort: Hopfräben (5)
- Naturschutzzone Lauerzersee-Sägel-Schutt; Standorte: Seemättli (10) und Schornen (9) beide Standorte befinden sich unmittelbar neben der Schutzzone
- Naturschutzgebiet Hinter Ibach; Standorte: Hinter Ibach (8) und Hasenbühl (15)

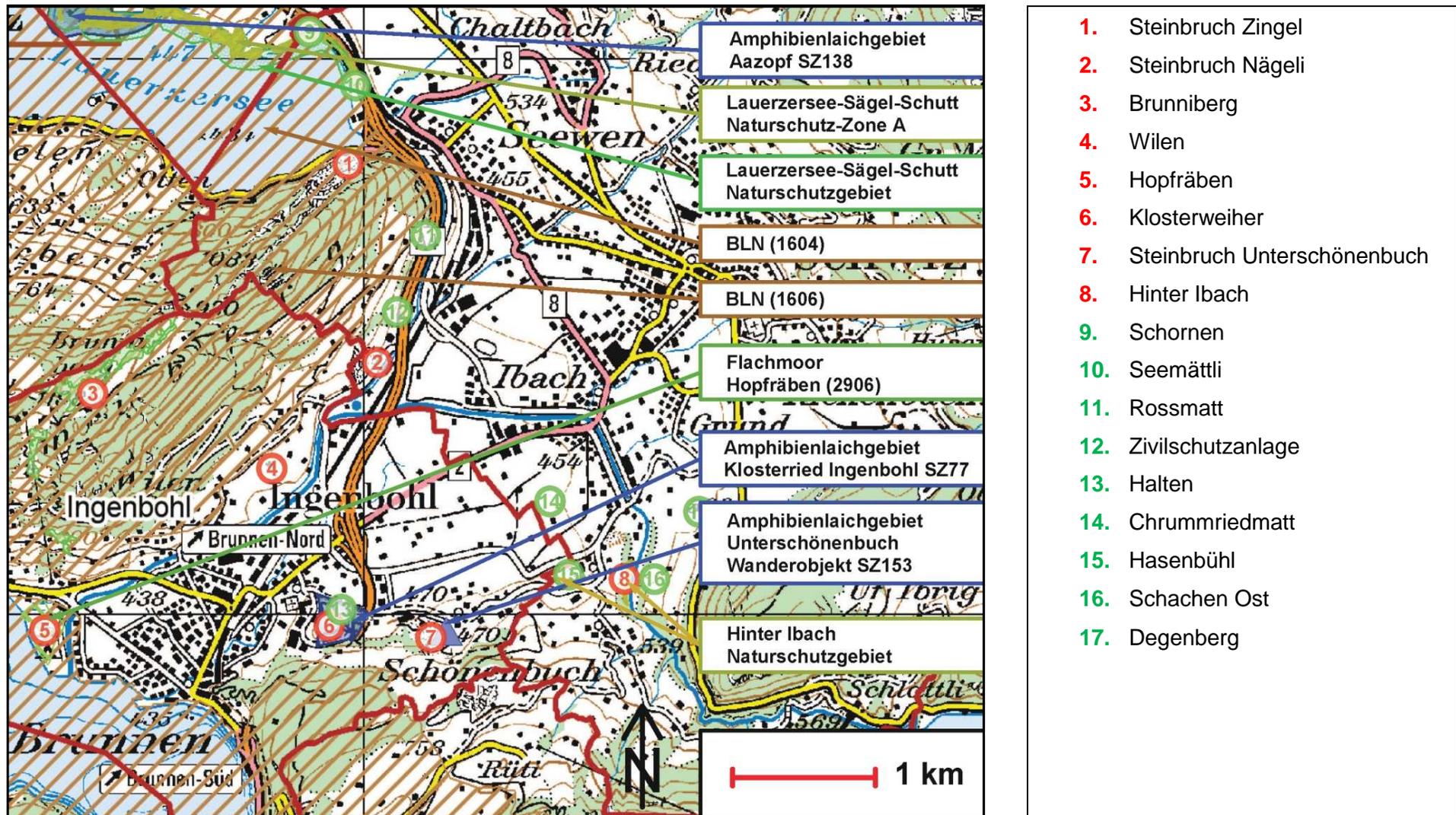


Abbildung 29: Übersichtsplan des Untersuchungsgebiets mit Schutzgebieten und Aufnahmestandorten (webmap.sz.ch. Geoportal des Kantons Schwyz, bearbeitet mit Vectorworks2011E)

### 2.3. Stand der Untersuchungen

Seit dem Jahr 1985 wurde das Gelbbauchunkenvorkommen des Untersuchungsgebiets mehrmals anhand von Fundorten dokumentiert (Schlitner et al., 2010). Die aktuellsten und aussagekräftigsten Angaben bezüglich der Populationsgrössen einzelner Standorte wurden im vergangenen Jahr (2011) durch Daniel Hasen aufgenommen. Durch eine dreimalige Begehung pro Gewässer und die anschliessende Berechnung mittels Lincoln-Index (Vergleich Kap.3.4) konnten hohe bis sehr hohe Populationsgrössen nachgewiesen werden. Die Resultate zeigten, dass die Bestandesgrössen des Gebiets in der Vergangenheit bei Weitem unterschätzt wurden. Besonders bedeutend ist die Population des Naturschutzgebiets Hinter Ibach (Hasen, 2011). In folgender Tabelle finden sich sämtliche Zahlen der gefangenen Tiere der 2011 aufgenommenen Gelbbauchunkenbestände.

**Tabelle 1: Gefangene Gelbbauchunken 2011, durch Hasen**

<b>Aufnahme 2011 Standort:</b>	<b>Gefangen total 1.Aufnahme</b>	<b>Gefangen total 2.Aufnahme</b>	<b>Gefangen total 3.Aufnahme</b>	<b>Total Ind. ohne Wiederfänge</b>
Hinter Ibach	158	244	236	500
Hopfräben	5	1	1	6
Nägeli	5	2	72	78
Brunniberg	10	7	0	16
Unterschönenbuch	24	20	47	83
Wilten	14	7	6	27
Zingel	30	7	14	36
<b>Total</b>	<b>246</b>	<b>288</b>	<b>376</b>	<b>746</b>

Aufgrund der geringen Wiederfangquote von nur 18% war eine Berechnung der Populationsgrössen mit Hilfe des Lincoln-Index nur an wenigen Standorten möglich. In folgender Tabelle befinden sich die von Hasen (2011) geschätzten Bestandesgrössen der Standorte: Hinter Ibach, Unterschönenbuch und Zingel. Da Hasen drei Aufnahmen pro Standort durchführte wurde bei der Berechnung die Erste mit der zweiten Begehung und die Zweite mit der Dritten vereint. Dies ergab zwei Populationsgrössen (P), bei welchen wiederum ein Konfidenz-Intervall von 95% berechnet wurde.

Tabelle 2: Geschätzte Populationsgrössen 2011, durch Hasen

Standort	Hinter Ibach	Unterschönenbuch	Zingel
Populationsschätzung (P) nach Lincoln Vereinigung Aufnahme 1 und 2	878	470	45
95% Konfidenz-Intervall (Chapman)	765-991	191-749	34-56
Populationsschätzung (P) nach Lincoln Vereinigung Aufnahme 2 und 3	825	226	42
95% Konfidenz-Intervall (Chapman)	714-936	120-332	36-49

Zurzeit liegen keine Angaben bezüglich des Dispersionsverhaltens der Unken im Gebiet vor. Hasen (2011) untersuchte die Wanderbewegungen exemplarisch zwischen den Standorten Hinter Ibach und dem Steinbruch Unterschönenbuch, sowie zwischen Nägeli und Wilen. Obwohl die Untersuchungen keinen Nachweis für eine Migration erbrachten, konnte ein Individuenaustausch nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden (Hasen, 2011).

### 3. Material und Methoden

#### 3.1. Begehung

Im Juli 2012 wurden die Gelbbauchunken-Bestände sämtlicher 17 Standorte erfasst (3.7.2012 – 30.7.2012). Alle Aufnahmen wurden am Abend oder in der Nacht durchgeführt. Sie begannen frühestens um 19.10 und endeten spätestens um 02.00Uhr. Im Verlauf der Feldarbeit wurde jeder Standort zweimal auf seinen Unken-Bestand untersucht. Sofern an einem der im Herbst 2011 neu angelegten Gewässer während diesen zwei Aufnahmen keine Gelbbauchunken gefangen oder gehört werden konnten, folgten zwei weitere Kontrollgänge (nicht in Tab.3 verzeichnet). Dadurch sollte die Abwesenheit der Unken während der Aufnahmeperiode verifiziert werden.

Sämtliche Aufnahmen wurden zu zweit durchgeführt. Zum einen konnte der Fangerfolg dadurch optimiert werden. Ausserdem waren das anschliessende Fotografieren und der genetische Abstrich (Vergleich Kap.3.2) alleine kaum zu bewerkstelligen. Begleitet wurde der Autor dieser Arbeit durch die beiden Korrektoren Patrik Wiedemeier und Benedikt Schmidt, so wie vom karch-Praktikanten Manuel Frei. Besonders Manuel Frei, welcher bei fast allen Aufnahmen beteiligt war, ist es zu verdanken, dass die Feldarbeit in der genannten Zeitspanne vollumfänglich durchgeführt werden konnte.

Aufgrund des höheren zu erwartenden Fangerfolgs sollten sämtliche Aufnahmen bei klarer Witterung (Schmidt, 2012) und bei einer Mindesttemperatur von 12 bis 13°C (Hachtel et al., 2009) durchgeführt werden. Während die Temperaturbedingung mit einem Minimalwert von 17°C problemlos zu erfüllen war, stellten die oft schlechten Wetterverhältnisse im Untersuchungsgebiet häufig ein Problem dar und führten zu Verzögerungen. Zur besseren Planung mussten daher diverse Lokalprognosen im Internet konsultiert werden. In fast allen Fällen konnte die Aufnahme bei Regen vermieden werden. Durch eine lange Schlechtwetterperiode und den zunehmenden Zeitdruck mussten die Aufnahmen am 13.7.2012 bei Nieselregen durchgeführt werden. Bei der zweiten Begehung des Standorts Brunniberg kam es im Gebiet vor der Aufnahme zu einem Hagelschauer. Die Untersuchung selbst konnte allerdings bei klaren Verhältnissen durchgeführt werden.

Zu Beginn jeder Aufnahme wurden die Uhrzeit, die Wetterlage und die Temperatur notiert. Letztere konnte am Auto-Thermometer abgelesen werden und bezieht sich ausschliesslich auf den Beginn der jeweiligen Begehung. Die Wetterlage wurde jeweils, falls notwendig, nach der Aufnahme nochmals aufgezeichnet. Die folgende Tabelle zeigt detaillierte Angaben der einzelnen Begehungen.

Tabelle 3: Begehungstabelle

1. Aufnahme				
Standort	Datum	Beginn	Wetter	Temperatur in C°
Hinter Ibach	03.07.2012	20:00	sonnig	22
Schachen Ost	09.07.2012	19:15	sonnig	25
Degenberg	09.07.2012	19:40	sonnig	25
Hasenbühl	09.07.2012	19:50	sonnig	23
Chrummyriedmatt	09.07.2012	21:20	klar	20
Rossmatt	09.07.2012	22:30	klar	19
Seemättli	09.07.2012	23:10	klar	18
Schornen	09.07.2012	23:20	klar	18
Zivilschutzanlage	10.07.2012	19:30	bewölkt, kein Regen	20
Wilten	11.07.2012	20:45	bewölkt, kein Regen	19
Nägeli	12.07.2012	19:40	klar	19
Zingel	13.07.2012	19:10	Nieselregen	18
Klosterweiher	13.07.2012	21:00	Nieselregen	17
Halten	13.07.2012	21:15	Nieselregen	17
Hopfräben	13.07.2012	21:30	Nieselregen	17
Unterschönenbuch	16.07.2012	19:30	klar	22
Brunniberg	17.07.2012	20:00	klar	18

2. Aufnahme				
Standort	Datum	Beginn	Wetter	Temperatur in C°
Hasenbühl	17.07.2012	21:00	klar	21
Chrummyriedmatt	17.07.2012	22:00	klar	20
Hinter Ibach	18.07.2012	19:30	klar	22
Schachen Ost	23.07.2012	19:30	sonnig	23
Degenberg	23.07.2012	19:45	sonnig	23
Zivilschutzanlage	23.07.2012	20:15	klar	22
Rossmatt	23.07.2012	21:45	klar	21
Halten	23.07.2012	22:15	klar	20
Unterschönenbuch	24.07.2012	21:00	klar	20
Nägeli	24.07.2012	23:00	klar	20
Hopfräben	25.07.2012	21:00	klar	22
Zingel	25.07.2012	22:30	klar	21
Brunniberg	27.07.2012	21:00	nach Gewitter, klar	18
Wilten	27.07.2012	22:30	nach Gewitter, klar	19
Seemättli	30.07.2012	21:00	klar	23
Schornen	30.07.2012	21:30	klar	23

Beim Standort Klosterweiher konnten während der ersten Begehung keine Gelbbauchunken gesehen oder gehört werden. Ausserdem schien das Gewässer wegen dem dichten Schilfbewuchs und dem *Lemna*-Teppich als Laichgewässer für Unken ungeeignet. Daher wurde an diesem Standort auf eine zweite Begehung verzichtet.

### 3.2. Fang- und Aufnahmemethoden

Die Gelbbauchunken wurden von Hand oder mit einem Kescher gefangen. Da sich Unken gerne auf der Wasseroberfläche treiben lassen (Vergleich Abb.1), war das Fangen mit dem Kescher meist besonders effizient. Dabei wurde der Kescher untergetaucht und langsam unter die Unke bewegt, wo er ruckartig hochgezogen wurde. Aufgrund dichter Vegetation oder zu geringer Wassertiefe konnte der Kescher jedoch in vielen Fällen nicht eingesetzt werden. Das Fangen von Hand erforderte etwas Übung, war aber bei den nicht allzu agilen Gelbbauchunken in der Regel unproblematisch.

An jedem Standort wurde jeweils so lange gefangen, bis die Fangzahlen nicht mehr merklich anstiegen. Die Dauer der gesamten Aufnahme war dabei kein limitierender Faktor und variierte in Abhängigkeit von der Fläche des Gebiets und der Bestandesgrösse stark. Einzig bei der ersten Begehung des Standorts Hinter Ibach musste die Aufnahme aufgrund mangelnder Zugverbindungen frühzeitig abgeschlossen werden. Von dieser Ausnahme abgesehen galt der Fang erst dann als abgeschlossen, wenn während einer Zeitspanne von 15-30min. keine Unken mehr gefangen werden konnten. Die gefangenen Gelbbauchunken befanden sich während der gesamten Fangdauer in Kesseln. Dadurch wurden Wiederfänge während der Aufnahme verhindert.

Nach Abschluss des Fangs wurde die Bauchseite jeder Gelbbauchunke fotografiert, sowie eine Speichelprobe entnommen. Dabei erhielt jede gefangene Unke eine individuelle Nummer. Diese Nummerierung wurde während der ganzen Feldarbeit fortlaufend weitergeführt. Im Anhang C befinden sich Fotos sämtlicher Unkenbäuche mit der dazugehörigen Individuen-Nummer. Anhang B beinhaltet eine Tabelle mit detaillierten Informationen über jede gefangene Unke.

Das Fotografieren der Bauchmusterung geschah mit Hilfe einer Petri-Schale, welche einseitig mit einem Schaumstoff-Aufsatz versehen war. Die Unken wurden darin fixiert, auf den Rücken gedreht und fotografiert (Vergleich Abb.30). Auf den Einsatz des Blitzes wurde aufgrund der Spiegelung am Glas verzichtet. Stattdessen konnte die Petrischale seitlich mit einer Taschenlampe beleuchtet werden. Das Foto wurde möglichst rasch geschossen, damit die Tiere lediglich 5-10 Sekunden in der Petrischale eingeschlossen bleiben mussten. Die Fotos der jeweiligen Aufnahme konnten am folgenden Tag mit der Individuen-Nummer versehen und falls nötig nachbearbeitet werden.



**Abbildung 30: Links: Gelbbauchunke in Petri-Schale, Rechts: Gelbbauchunke auf den Rücken gedreht**

War die Bauchmusterung einer Unke fotografiert, folgte die Entnahme der Speichelprobe. Die dafür verwendeten Abstrichtupfer (CO-155C) sind für medizinische Zwecke standardisiert und im Vergleich mit den kleinen Unken-Mäulern etwas überdimensioniert. Aus diesem Grund erforderte die Probenahme etwas Erfahrung und Mut. Ausserdem konnte die Speichelprobe nur zu zweit durchgeführt werden. Dabei wurde das Tier von einer Person festgehalten und dessen Maul geöffnet. Am einfachsten erwies es sich, das Maul seitlich mit dem Finger-Nagel zu öffnen. Nun konnte der Abstrichtupfer durch die zweite Person eingeführt und etwas gedreht werden (Vergleich Abb.31). Nach erfolgreicher Probenahme wurde die Gelbbauchunke wieder ins Gewässer entlassen. Der Abstrichtupfer wurde verschlossen und mit der jeweiligen Begehung, dem Standort, sowie der Individuen-Nummer beschriftet. Weitere Informationen zum genetischen Abstrich sind in Kapitel 3.5 aufgeführt.



**Abbildung 31: Entnahme der Speichelprobe**

### 3.3. Fang-Wiederfang-Methode

#### Einführung

Bei Tierarten, welche versteckt leben oder eine hohe Mobilität aufweisen, ist die Bestimmung der Populationsgrösse durch die direkte Zählung von Individuen nicht möglich (Campbell & Reece, 2009). Da auf die Gelbbauchunke beides zutrifft, wurden in dieser Bachelorarbeit die Populations-Grössen der einzelnen Standorte mit Hilfe der Fang-Wiederfang-Methode bestimmt. Bei dieser häufig angewandten Methode werden die Individuen einer Population während einer ersten Stichprobe gefangen, markiert und wieder frei gelassen. Anschliessend folgt eine zweite Stichprobe im selben Gebiet, bei welcher sowohl markierte, als auch nicht markierte Individuen gefangen werden. Anhand des Verhältnisses markierter (Wiederfänge) und nicht markierter (Neufänge) Tiere lässt sich die Populationsgrösse schätzen. Details zur Berechnung dieser Methode finden sich in Kapitel 3.4.

#### Mustererkennung und Kategorisierungs-Schlüssel

Zur Erkennung der Wiederfänge dienten Fotos der individuellen Bauchmusterung der Gelbbauchunken. Das gelb-schwarze Muster besitzt seine endgültige Ausprägung bereits einige Wochen nach der Metamorphose und macht eine zusätzliche Markierung der Tiere überflüssig (Gollmann & Gollmann, 2002). Für die Schätzung der Populationsgrösse eines Standorts mussten sämtliche Bauchmuster der ersten Begehung mit denen der zweiten verglichen und die Anzahl der Wiederfänge festgehalten werden. Aufgrund der hohen Fangzahlen war die Identifikation der Tiere mit einem erheblichen Zeitaufwand verbunden, der durch die Anwendung eines Kategorisierungs-Schlüssels minimiert werden konnte.

Der Kategorisierungs-Schlüssel wurde von Hasen (2011) entwickelt und konnte in dieser Bachelorarbeit praktisch unverändert wieder angewandt werden. Die Fotos der Unken-Bäuche der ersten und zweiten Begehung wurden dabei jeweils in vier Haupt-Kategorien und acht Unter-Kategorien eingeteilt und digital in separaten Ordnern abgelegt. Das ausschlaggebende Merkmal für die Einteilung in die verschiedenen Kategorien war die Ausprägung der gelben Brustflecken (Vergleich Abb.32). Für die Identifizierung der Wiederfänge mussten danach nur noch die Tiere verglichen werden, welche derselben Unterkategorie angehörten. Diese Identifizierung



Abbildung 32: Gelbe Brust-Flecken (rot markiert). Hier mit der Kategorie „d = eingeschlossen“

wurde am Laptop mit zwei gleichzeitig geöffneten Fenstern der zu vergleichenden Unkenbäuche durchgeführt. Dabei wurde jeweils das Foto der ersten Unke der ersten Begehung mit sämtlichen der zweiten Begehung verglichen und die Individuen-Nummer des eventuellen Wiederfangs notiert. Danach folgte der Vergleich der zweiten Unke der ersten Begehung mit allen Unkenbäuchen der zweiten Begehung usw. Im Sinne einer schnellen Vorgehensweise wurde zuerst auf die Übereinstimmung auffälliger Musterungen der Kehlpattie geachtet. Stimmt diese überein, konnte durch den Vergleich der ganzen Bauchmusterung überprüft werden, ob es sich tatsächlich um dasselbe Tier handelt. Im Gegensatz zur Kategorisierung von Hasen (2011) wurde bei dieser Arbeit auf eine übergeordnete Einteilung in Männchen, Weibchen und Jungtiere verzichtet. Sämtliche Haupt- und Unterkategorien sind in Abbildung 33 graphisch dargestellt. Die kategorisierten Fotos der Unkenbäuche befinden sich in digitaler Form auf der beigelegten CD dieser Arbeit.

Da die Einteilung in die verschiedenen Kategorien nicht immer eindeutig ist und die Brustflecken auf manchen Bildern durch das Verdecken der Vorderfüsse oder das Abdrehen des Körpers nicht immer klar zu erkennen sind, hat Hasen (2011) Regeln definiert, welche die Kategorien-Zuordnung vereinheitlichen sollen. Generell gilt: Es werden auch schmale Verbindungen als solche gewertet. Die folgenden Regeln wurden bei dieser Bachelorarbeit ebenfalls befolgt und werden nun in hierarchischer Reihenfolge aufgeführt. Dabei handelt es sich um ein Zitat aus der Arbeit von Hasen (2011).

- **1.** Sind die beiden Brustflecken verbunden (Kategorie a), wird immer die Kategorie a zugeordnet. Unabhängig davon, welche anderen Kategorien noch erfüllt werden.
- **2.** Ist Kategorie c (Brustfleck nach hinten, caudal, verbunden) bei mindestens einem getrennten Brustfleck erfüllt, wird die Kategorie c zugeordnet.
- **3.** Ansonsten gilt bei kategorialer Ungleichheit, der Brustfleck mit dem alphabetisch höheren Kategorien-Buchstaben. (Beispiel: linker Brustfleck = Kategorie b, rechter Brustfleck = Kategorie d, somit wird dem Individuum die Kategorie d zugeordnet)
- Besonders schwer einzuteilende Tiere werden in beide mögliche Kategorien eingeteilt. Dies gilt auch für Tiere, bei denen ein Brustfleck abgedeckt und deshalb schlecht oder nicht sichtbar ist.

Hauptkategorien



Kategorie a:  
Brustflecken verbunden



Kategorie b:  
Brustflecken getrennt,  
zu den Armen verbunden



Kategorie c:  
Brustflecken getrennt,  
caudal verbunden



Kategorie d:  
Brustflecken eingeschlossen

Unterkategorien



Kategorie a 1:  
Brustflecken verbunden,  
nach hinten (caudal) getrennt



Kategorie a 2:  
Brustflecken verbunden,  
nach hinten (caudal) verbunden

Keine Unterkategorie



Kategorie c l:  
Brustflecken getrennt,  
linker BF caudal  
verbunden



Kategorie c r:  
Brustflecken getrennt,  
rechter BF caudal  
verbunden



Kategorie c b:  
Brustflecken getrennt,  
beide BF caudal  
verbunden



Kategorie d l:  
Nur linker Brustfleck  
eingeschlossen



Kategorie d r:  
Nur rechter Brustfleck  
eingeschlossen



Kategorie d b:  
Beide Brustflecken  
eingeschlossen

Abbildung 33: Kartierungs-Schlüssel (Vectorworks2011)

### 3.4. Berechnung der Populationsgrössen

Bei der Schätzung der Populationsgrössen wurde mit dem Lincoln Index (Lincoln-Petersen-Methode) gearbeitet. Gollmann & Gollmann (2002) empfiehlt bei einer geringen Zahl an Wiederfängen (unter zehn) eine Modifikation dieser Methode. Allerdings hatte sich Hasen (2011) bei der Auswertung seiner Resultate für die modifikationsfreie Variante entschieden. Damit ein Vergleich der Populationszahlen dieser Arbeit mit Hasen (2011) möglichst aussagekräftig wird, wurde dasselbe Berechnungs-Modell angewendet. Während bei Hasen (2011) drei Begehungen durchgeführt und bei der Berechnung kombiniert wurden, konnte durch die zwei Begehungen dieser Arbeit das klassische Modell verwendet werden. Die Formel für die Berechnung der Gesamtpopulation nach Lincoln lautet wie folgt:

$$P = \frac{m \times n}{x}$$

**P** = Schätzwert der Gesamtpopulation

**m** = Anzahl gefangener, markierter und freigelassener Individuen der ersten Begehung

**n** = Anzahl gefangener Individuen der zweiten Begehung (Neufänge und Wiederfänge)

**x** = Anzahl markierter Individuen der zweiten Begehung (Nur Wiederfänge)

Dabei geht das Modell von einer geschlossenen Population aus. Das heisst es sollte gewährleistet sein, dass innerhalb des Zeitraums der beiden Begehungen keine Populations-Veränderungen wie Geburten, Tod und/oder Migration geschehen (Campbell & Reece, 2009). Da innerhalb des kurzen Zeitraums der Untersuchung keine grossen Veränderungen zu erwarten waren, konnten geringfügige Verletzungen der Annahmen des Modells vernachlässigt werden. Die Genauigkeit der Schätzung wurde zudem durch einen 95 Prozent-Konfidenzintervall (KI) ausgedrückt. Die für den Konfidenzintervall benötigte Varianz (V) wurde nach der Formel von Chapman errechnet.

$$V = \frac{(m + 1) \times (n + 1) \times (m - x) \times (n - x)}{(x + 1)^2 \times (x + 2)}$$

$$KI = \sqrt{V} \times 1.95$$

$$P_{max} = P + K$$

$$P_{min} = P - K$$

### 3.5. Untersuchung der Dispersion

Während sich die Bestimmung der Populationsgrössen auf den Vergleich der Tiere eines Standorts beschränkte mussten bei der Untersuchung der Dispersion mehrere potentielle Standorte geprüft werden. Im Fokus der Untersuchung stand die Besiedlung der neuen, im Rahmen des Projekts „Vernetzung Gelbbauchunken Schwyz-Ingenbohl“ entstandenen, Standorte. Dabei wurden alle Tiere (ohne Wiederfänge) des neuen Standorts, welche während der zwei Begehungen dieser Arbeit gefangen werden konnten, mit den umliegenden alten Standorten verglichen. Im Gegensatz zur Populationsgrössenschätzung wurden für die alten Standorte die Unken-Aufnahmen von Hasen (2011) verwendet. Dies geschah weil die Wahrscheinlichkeit eines Nachweises zwischen den eigenen und den Aufnahmen von 2011 als grösser eingeschätzt wurde. Sollte ein Tier als Wiederfang identifiziert werden würde das also bedeuten, dass diese Gelbbauchunke innerhalb eines Jahres vom alten Ursprungs-Standort ins neu geschaffene Gewässer migrierte.

Als Datengrundlage für Hasens Aufnahmen diente der von ihm erstellte Wiedererkennungsschlüssel in Form einer Excel-Datei. Darin sind alle Gelbbauchunken-Fotos seiner drei Begehungen nach denselben Kategorien geordnet, welche bei der vorliegenden Arbeit verwendet wurden (siehe Vergleich Abb.33). Da Hasen die drei übergeordneten Kategorien „Männlich“, „Weiblich“ und „Jungtier“ verwendete mussten diese einzeln überprüft werden. Wurde beispielsweise ein Tier eines neuen Standorts der Unterkategorie „db“ mit Hasens Aufnahmen verglichen mussten alle Abbildungen der Kategorie „db“ bei den Männchen, den Weibchen und den Jungtieren überprüft werden.

Als mögliche Ursprungs-Standorte wurden alle alten Gewässerkomplexe geprüft, bei welchen 2011 Gelbbauchunken nachgewiesen werden konnten und deren Distanz zum neuen Standort maximal 1.5km beträgt. Die folgende Tabelle, sowie der Kartenausschnitt (Abb. 34) zeigen sämtliche untersuchten Wanderrouen und deren Distanzen zwischen den neuen Standorten und den Ursprungsgewässern. Da die Flächen der einzelnen Standorte teilweise sehr gross sind wurden die Distanzen auf 100m gerundet. Ausserdem handelt es sich bei den Distanzangaben um die Minimaldistanz der Luftlinie. Ein Nachweis würde also nicht zwangsläufig bedeuten, dass die Unke bei ihrer Wanderung diese Route wählte.

**Tabelle 4: Dispersion: Untersuchte Standorte und deren Distanzen**

Neue Standorte	Untersuchte potentielle Ursprungs-Standorte und Wanderdistanzen		
Rossmatt (11)	Zingel (1) / 800m	Nägeli (2) 1100m	-
Zivilschutzanlage (12)	Zingel (1) / 1300m	Nägeli (2) 300m	Wilten (4) / 1500m
Chrummyriedmatt (14)	Unterschönenbuch (7) / 1400m	Hinter Ibach (8) / 800m	-
Hasenbühl (15)	Unterschönenbuch (7) / 1200m	Hinter Ibach (8) / 500m	-



Abbildung 34: Untersuchte Wanderstrecken (bearbeiteter Ausschnitt der Abbildung 5)

### 3.6. Genetischer Abstrich

Die in Kapitel 3.2 beschriebene Entnahme genetischer Abstriche in Form von Speichelproben ist Teil einer geplanten mehrjährigen Wirkungskontrolle. Daran beteiligt sind die Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald Schnee und Landschaft (WSL), die Hochschule für angewandte Wissenschaften (ZHAW, Wädenswil), so wie die Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz (karch). Die Analyse der Proben wird Aufschluss über die genetische Diversität innerhalb und zwischen Populationen geben. Im Fokus steht die räumliche Zuordnung der Unken (Gruppierung der Individuen aufgrund populationsgenetischer Modelle). Aus dieser Zuordnung können Informationen über den Austausch und die Herkunft einzelner Individuen entnommen werden. Teil dieser Bachelorarbeit war die Entnahme der Proben und deren temporäre Einlagerung. Die Analyse der Abstriche, sowie die Interpretation der Resultate werden zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführt. Zurzeit werden die Proben bei der WSL unter optimalen Bedingungen gelagert.

Vor Beginn der Feldarbeit wurde die Möglichkeit geprüft, für die späteren populationsgenetischen Untersuchungen Hautabstriche anstelle der Mundabstriche zu entnehmen. Diese Methode wurde erst kürzlich erfolgreich bei *Triturus alpestris* (Bergmolch) und *Hyla*

*arborea* (Europäischer Laubfrosch) getestet. Dabei zeigte der Vergleich der gesammelten DNA beider Methoden eine Übereinstimmung ihrer Genotypen (Prunier et al., 2012). Die Probenahme mittels Hautabstich ist verglichen mit der üblichen Beprobung von Mundschleimhaut schneller durchführbar und stellt für die kleinen Gelbbauchunken eine geringere körperliche Belastung dar. Um die Anwendbarkeit des Hautabstrichs bei Gelbbauchunken zu überprüfen, wurden im Vorfeld der Feldarbeit einige Unken gefangen und mit beiden Verfahren beprobt. Die Analyse der Abstrichtupfer durch die WSL zeigte, dass die PCR-Amplifikation der Hautabstriche gegenüber den Speichelproben deutlich schlechter ausfiel (mehr Ausfälle, schwächere Amplifikation (d.h. weniger DNS)). Als Ursachen können die warzige Dorsal-Struktur oder das Hautgift der Gelbbauchunke vermutet werden. Da die verlässliche genetische Analyse der Hautabstriche somit als zu aufwendig eingeschätzt wurde, musste die übliche Speichelbeprobung dieser alternativen Methode vorgezogen werden.

Geplant war die Speichelprobe von maximal 30 Individuen pro Standort. Die Proben wurden in der Regel während der ersten und zweiten Begehung genommen. Aufgrund eventueller Wiederfänge mussten dabei jeweils etwas mehr als 30 Proben entnommen werden. Bei Standorten mit besonders hohen Populationsgrößen konnten sämtliche Proben im Rahmen der ersten Begehung gesammelt werden. Lagen die Fangzahlen eines Standorts unter 30 Tieren wurden alle gefangenen Individuen beprobt. Durch die Unterstützung von Sabine Brodbeck (WSL) konnten Fragen bezüglich der Entnahme der Proben sowie deren Lagerung geklärt werden. Die für die Probenahme benötigten Abstrichtupfer (CO-155C) wurden ebenfalls von der WSL zur Verfügung gestellt und per Post versendet. Aufgrund der hohen Fangzahlen kam es trotz zuverlässigen Lieferungen zu einem Versorgungsengpass. Dadurch musste bei der zweiten Begehung der Standorte Hasenbühl und Chrummyriedmatt auf den genetischen Abstrich verzichtet werden. Eine Übersicht sämtlicher beprobten Unken befindet sich in Anhang B.

## 4. Ergebnisse

### 4.1. Populationsgrössen im Überblick

Während der Aufnahmen konnten insgesamt 495 Gelbbauchunken gefangen werden. Davon wurden 80 Individuen als Wiederfänge identifiziert. Dies ergibt eine Wiederfangquote von lediglich 16%. Da die Anzahl Wiederfänge für eine Populationsgrössen-Schätzung mittels Lincoln-Index an vielen Standorten nicht ausreichte konnten viele Bestandesgrössen nur anhand der total gefangenen Individuen (ohne Wiederfänge) ausgedrückt werden. Folgende Tabelle enthält eine Übersicht sämtlicher gefangener Tiere der einzelnen Standorte. Die Spalte „Individuen total (ohne Wiederfänge)“ ist dabei als Mindestgrösse der jeweiligen Population zu interpretieren. Angesichts der geringen Anzahl an Wiederfängen liegt die effektive Populationsgrösse der meisten Standorte wohl deutlich höher.

**Tabelle 5: Fangzahlen sämtlicher Standorte (grüne Standorte = neue Gewässer, rote Standorte = alte Gewässer)**

Standort	Gefangen total 1. Aufnahme	Gefangen total 2. Aufnahme	Wiederfänge 2. Aufnahme	Individuen total (ohne Wiederfänge)
Hinter Ibach	53	59	16	96
Unterschönenbuch	76	61	11	126
Schachen Ost	0	0	0	0
Degenberg	0	0	0	0
Hasenbühl	6	2	1	7
Chrummriedmatt	1	2	0	3
Hopfräben	1	0	0	1
Brunniberg	30	30	24	36
Wilten	30	16	2	44
Nägeli	23	38	3	58
Zingel	17	15	11	21
Klosterweiher	0	-	-	0
Halten	0	0	0	0
Zivilschutzanlage	19	14	11	22
Rossmatt	1	1	1	1
Seemättli	0	0	0	0
Schornen	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>257</b>	<b>238</b>	<b>80</b>	<b>415</b>

Gemäss den Fangzahlen handelte es sich beim Standort Unterschönenbuch um das grösste Gelbbauchunken-Vorkommen des Untersuchungsgebiets. Ein wenig kleiner war die Populationsgrösse des Naturschutzgebiets Hinter Ibach. Die übrigen Bestandesgrössen, obwohl teilweise auch als hoch einzuschätzen, lagen deutlich unter diesen beiden Werten. An dem neuen Standort „Zivilschutzanlage“ konnten überraschend viele Individuen gefangen werden. Mit einer minimalen Populationsgrösse von 22 Tieren übertrifft der Bestand gar

einige der älteren Standorte. Bei den übrigen neuen Gewässerkomplexen konnten jeweils nur wenige Unken gefangen werden.

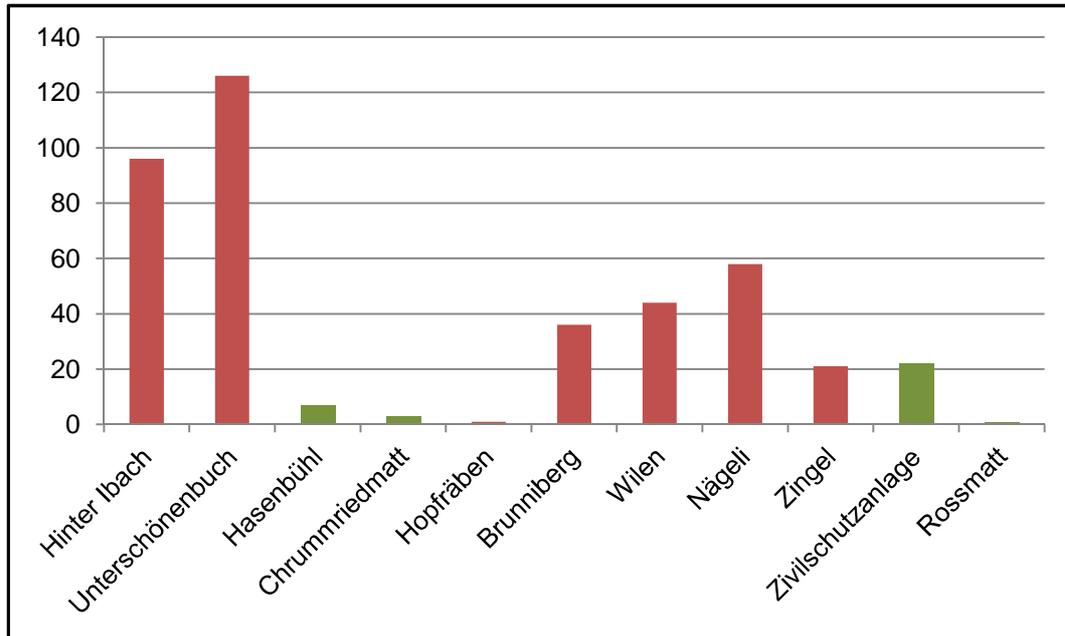


Abbildung 35: Total gefangene Individuen (ohne Wiederfänge) alter- (rot) und neuer Standorte (grün) (y-Achse = Anzahl Individuen / x-Achse = Standorte)

Dank einer ausreichenden Anzahl an Wiederfängen konnte die Populationsgrösse bei fünf der 11 Standorte mit Hilfe des Lincoln-Index berechnet werden.

Tabelle 6: Schätzung der Populationsgrössen nach Lincoln

Standort	Populationsgrössenschätzung nach Lincoln (P)	95% Konfidenzintervall (KI)
Hinter Ibach	195	134 - 256
Unterschönenbuch	421	243 - 599
Brunniberg	38	35 - 41
Zingel	23	19 - 27
Zivilschutzanlage	24	20 - 28

Neben den adulten Unken konnten an den Standorten Unterschönenbuch, Chrummriedmatt, Brunniberg, Nägeli und Zivilschutzanlage Kaulquappen oder Metamorphlinge nachgewiesen werden. Bei den Standorten Klosterweiher, Halten, Schachen Ost, Degenberg, Seemättli und Schornen konnten während beider Aufnahmen keine Gelbbauchunken gesehen oder gehört werden. Abgesehen vom Klosterweiher, an welchem bereits 2011 keine Unken nachgewiesen werden konnten, handelt es sich bei allen anderen Standorten um neue Gewässer-Komplexe. Obwohl während der Aufnahmen einige Einzelgewässer dieser Standorte ausgetrocknet waren führte stets zumindest ein Tümpel pro Standort Wasser. Andere Amphibien-Arten konnten an den neuen Gewässern nicht nachgewiesen werden.

#### 4.2. Populationsgrössen im Vergleich mit der Erhebung 2011

Ein direkter Vergleich der eigenen Erhebung mit den Aufnahmen von Hasen (2011) war aufgrund der unterschiedlichen Datengrundlage nur schwer durchführbar. Da bei dieser Arbeit zwei Begehungen pro Standort und bei der Erhebung 2011 drei durchgeführt wurden wäre eine Gegenüberstellung der total gefangenen Individuen nicht aussagekräftig gewesen. Ein Vergleich der einzelnen Aufnahmezahlen wäre zwar möglich gewesen, lässt sich aber kaum übersichtlich darstellen. Da bei den Aufnahmen 2011 die Populationsgrössen mittels Lincoln-Index lediglich an drei Standorten berechnet werden konnten war auch diese Variante nicht für alle Standorte möglich. In folgendem Balkendiagramm wurde daher der Mittelwert der Fangzahlen aller Begehungen verwendet. Die abgebildeten Individuen-Zahlen lassen zwar keinen direkten Rückschluss auf die jeweilige Populationsgrösse zu zeigen aber das Verhältnis der Aufnahmen 2011 und 2012.

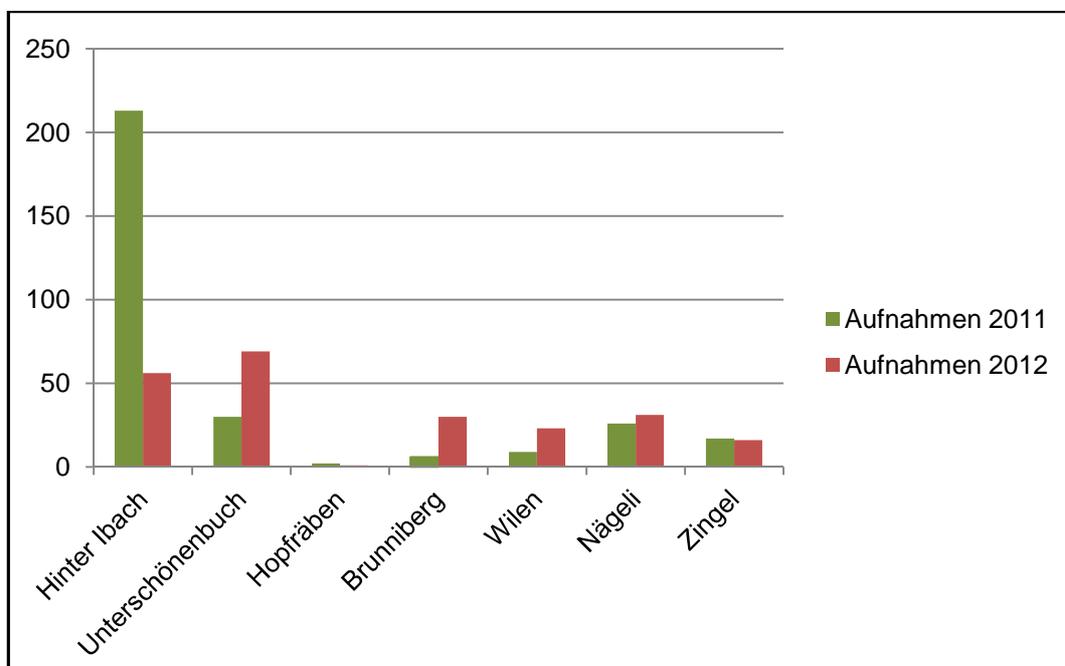
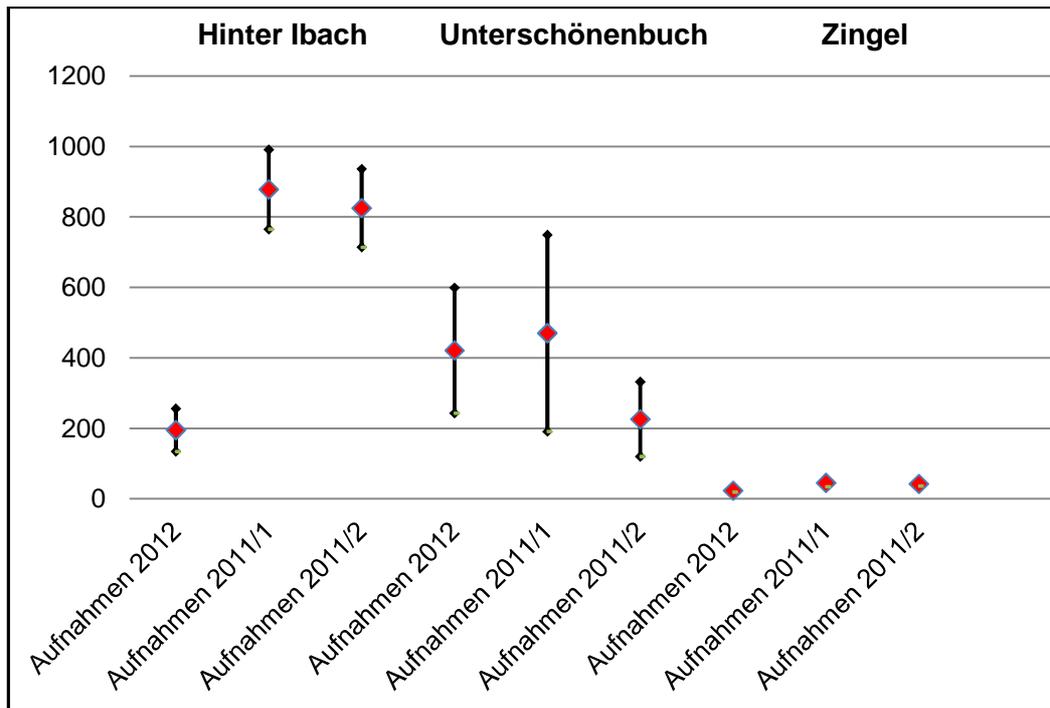


Abbildung 36: Vergleich der Aufnahmen 2011 und 2012 anhand des Mittelwerts gefangener Tiere pro Begehung (y-Achse = Anzahl Individuen / x-Achse = Standorte)

Während bei der eigenen Erhebung am Standort Unterschönenbuch die meisten Gelbbauch-Unken gefangen werden konnten war dies 2011 noch überdeutlich am Standort Hinter Ibach der Fall. Hier übertreffen die durchschnittlichen Fangzahlen von 2011 die der eigenen Erhebung um ein Vielfaches. Am Standort Brunniberg, und etwas weniger extrem bei Wilen, zeichnet sich das gegenteilige Bild ab. Bei den Standorten Unterschönenbuch und Nägeli ist darauf hinzuweisen, dass bei Hasen (2011) die erste und zweite Begehung am Tag durchgeführt wurde und aufgrund des niedrigen Fangerfolgs weniger aussagekräftig ist.

Die folgende Darstellung zeigt die Gegenüberstellung der drei Standorte, bei welchen eine Populationsgrössen-Schätzung mittels Lincoln-Index 2011 und 2012 möglich war. Pro Standort sind jeweils drei Graphen aufgeführt. Der rote Punkt steht dabei für die Populationsgrösse  $P$  und die schwarze Linie für den Konfidenzintervall von 95%. Bei der Erhebung 2011 wird die Populationsschätzung der Vereinigung der ersten und zweiten Begehung als „Aufnahmen 2011 / 1“ und die der zweiten und dritten als „Aufnahmen 2011 / 2“ bezeichnet (siehe Vergleich Kap.2.3).



**Abbildung 37: Gegenüberstellung der mit dem Lincoln-Index berechneten Populationsgrössen (y-Achse = Anzahl Individuen / x-Achse = Aufnahmen)**

Die Gegenüberstellung beim Standort Hinter Ibach zeigt die deutlich höheren Individuenzahlen der Erhebung 2011 und bestätigt somit den Eindruck der Abbildung 36. Obwohl bei den Aufnahmen dieser Arbeit am Standort Unterschönenbuch deutlich mehr Individuen gefangen werden konnten liegen die Individuenzahlen der Populationsgrösse  $P$  bei „Aufnahmen 2011 / 1“ etwas höher. Allerdings betonte bereits Hasen (2011), dass dieser Schätzwert mit Vorsicht zu betrachten sei da die Aufnahmebedingungen nicht optimal waren und mit einer sehr tiefen Wiederfangszahl gerechnet wurde. Da der Standort Zingel eine vergleichsweise kleine Population aufweist lassen sich in der Abbildung 37 kaum Unterschiede feststellen. Die Populationsgrössen der zwei Aufnahmen 2011 liegen hier etwas über den Aufnahmen von 2012.

In den Kapiteln 4.3, 4.4 und 4.5 wird detailliert auf die Aufnahmen an den einzelnen Standorten eingegangen. Bei den alten Gewässerkomplexen liegt ausserdem der Vergleich mit der Erhebung 2011 in Tabellenform vor. Die bei Hasen aufgeführten Zahlen entsprechen den zwei Populationsgrössen-Schätzungen „ $P$ “ ohne Konfidenzintervall.

### 4.3. Südliche Talseite

#### 4.3.1. Alte Standorte

##### Hinter Ibach (8)

Tabelle 7: Fangzahlen des Standorts Hinter Ibach

Standort	Gefangen total 1. Aufnahme	Gefangen total 2. Aufnahme	Wiederfänge 2. Aufnahme	Individuen total (ohne Wiederfänge)
Hinter Ibach	53	59	16	96

Tabelle 8: Schätzung der Populationsgrösse des Standorts Hinter Ibach (nach Lincoln)

Standort	Populationsgrössenschätzung nach Lincoln (P)	95% Konfidenz-Intervall (KI)
Hinter Ibach	195	134 - 256

Tabelle 9: Erhebung 2011 durch Hasen: Fangzahlen und Populationsgrösse des Standorts Hinter Ibach

Aufnahme 2011 Standort:	Gefangen total 1.Aufnahme	Gefangen total 2.Aufnahme	Gefangen total 3.Aufnahme	Total Ind. ohne Wiederfänge	Populations- Grösse nach Lincoln
Hinter Ibach	158	244	236	500	825 / 878

Obwohl der Standort über viele Einzelgewässer verfügt (siehe Kap.2.2.3) wurden während beider Aufnahmen beinahe alle Gelbbauchunken an zwei Habitaten in Waldrandnähe gefangen. Beim ersten Habitat handelte es sich um einen Tümpel im Nordwesten des Gebiets. Angrenzend zu diesem Tümpel, welcher eine üppige Vegetation aufwies, bildete eine Fläche von wassergefüllten Kuhtritten einen optimalen Unkenlebensraum. Weiter südlich des Tümpels befindet sich eine alte Scheune mit einem ebenerdigen Durchgang. Hasen (2011) konnte während seiner Aufnahmen einen grossen Anteil der Unken bei dieser Scheune fangen. Gemäss Hasen (2011) bildeten sich nach starken Regenfällen in und um die Scheune grossflächig seichte Pfützen. Obwohl während beider Aufnahmen dieser Erhebung keine Wasseransammlung vorhanden war konnte die grosse Mehrheit der Gelbbauchunken bei dieser Scheune gefangen werden.

In den übrigen meist stark durchwachsenen Teichen und Gräben konnten nur vereinzelt Unken gesehen und gefangen werden. Diese Beobachtung stimmt mit Hasen (2011) überein. Das potentiell bedeutendste Gewässer des Standorts, welches von Hasen (2011) als grossflächiges System von Boden-Unebenheiten und Kuhtritten beschrieben wurde und 65% seiner Fänge ausmachte führte während beider Aufnahmen kein Wasser. Generell

lagen viele Senken und Tümpel des Gebiets trocken. Metamorphlinge konnten während beider Aufnahmen keine gesehen werden.



Abbildung 38: Teilstandorte: Tümpel am Waldrand (unten) und alte Scheune (links oben im Hintergrund erkennbar)

### Steinbruch Unterschönenbuch (7)

Tabelle 10: Fangzahlen des Standorts Unterschönenbuch

Standort	Gefangen total 1. Aufnahme	Gefangen total 2. Aufnahme	Wiederfänge 2. Aufnahme	Individuen total (ohne Wiederfänge)
Unterschönenbuch	76	61	11	126

Tabelle 11: Schätzung der Populationsgrösse des Standorts Unterschönenbuch (nach Lincoln)

Standort	Populationsgrössenschätzung nach Lincoln (P)	95% Konfidenz-Intervall (KI)
Unterschönenbuch	421	243 - 599

Tabelle 12: Erhebung 2011 durch Hasen: Fangzahlen und Populationsgrösse des Standorts Unterschönenbuch

Aufnahme 2011 Standort:	Gefangen total 1.Aufnahme	Gefangen total 2.Aufnahme	Gefangen total 3.Aufnahme	Total Ind. ohne Wiederfänge	Populations- Grösse nach Lincoln
Unterschönenbuch	24	20	47	83	226 / 470

Der Gelbbauchunkenbestand des Steinbruchs Unterschönenbuch war während der Aufnahmen auf zwei wasserführende Gräben und drei Tümpel verteilt. Die grosse Mehrheit der Unken konnte in den beiden Gräben gefangen werden. Beim südwestlich gelegenen Graben handelt es sich um ein kleines Rinnsal mit dichter Vegetation, welches parallel zum angrenzenden Wald verläuft und in einem Tümpel mündet. Zum Zeitpunkt der zweiten Aufnahme war beinahe der ganze Abschnitt ausgetrocknet und wurde nur von wenigen Unken genutzt. Der zweite Graben war erst kürzlich neu ausgehoben worden und stellte aufgrund geringer Wassertiefe und fehlender Vegetation ein optimales Laichgewässer für die Unken dar. Im Gegensatz zu den Gräben konnten in den drei Teichen nur wenige Gelbbauchunken gesehen und gefangen werden. Auffällig war, dass es sich dabei mehrheitlich um junge Tiere bis ca. 3cm handelte.

Seit der Erhebung durch Daniel Hasen (2011) hat sich das Gebiet stark verändert. Im östlichen Teil wurde der zweite beschriebene Graben von 30m auf ca. 10m verkürzt. Etwas südlich davon wurde ein weiterer ca. 40m langer Graben komplett zugeschüttet. Ausserdem liess der Steinbruchbetreiber einen, an die Gewässer angrenzenden, isolierten Waldabschnitt roden. Da es sich beim Standort Unterschönenbuch um ein Wanderobjekt handelt sind solche Massnahmen allerdings völlig legitim. Der grösste Teich des Gebiets war im Gegensatz zu den Aufnahmen von Hasen (2011) während beider Begehungen ausgetrocknet. Zurück blieben einige Feuchtstellen, an welchen sich hunderte von Metamorphlingen beobachten liessen.



**Abbildung 39: Ausgetrockneter Teich beim Steinbruch Unterschönenbuch**



Abbildung 40: Einer der drei wasserführenden Tümpel (links) und kürzlich neu ausgebagelter Graben

### Klosterweiher (6)

Der Standort Klosterweiher setzt sich aus einem grösseren Teich und vielen kleinen, wasserführenden Gräben im umliegenden Gebiet zusammen. Der Teich selbst ist von einem dichten Schilfgürtel umgeben und wird flächendeckend von einem *Lemna*-Teppich bedeckt. Hasen (2011) konnte während seiner Aufnahmen keine Gelbbauchunken am Standort nachweisen. Da auch während der ersten Begehung dieser Erhebung keine Unken gesehen oder gehört werden konnten und der Standort aufgrund der dichten Vegetation als Laichgewässer für Unken unattraktiv schien wurde auf eine zweite Aufnahme verzichtet.



Abbildung 41: Klosterweiher mit dichtem Schilfgürtel

### 4.3.2. Neue Standorte

#### Hasenbühl (15)

Tabelle 13: Fangzahlen des Standorts Hasenbühl

Standort	Gefangen total 1. Aufnahme	Gefangen total 2. Aufnahme	Wiederfänge 2. Aufnahme	Individuen total (ohne Wiederfänge)
Hasenbühl	6	2	1	7

Während beider Aufnahmen führte nur einer der drei mit Lehm verdichteten Tümpel Wasser. Allerdings stand der Teich mit einer Wassertiefe von lediglich fünf bis zehn Zentimeter selbst kurz vor dem Austrocknen. Dennoch konnten auf der kleinen Wasserfläche einige Unken gefangen werden. Es handelte sich dabei zum überwiegenden Teil um ältere Tiere. Die Gelbbauchunken an diesem Standort erwiesen sich als sehr aufmerksam und flüchteten bei der geringsten Störung in den dichten Schilfgürtel. Daher waren die Aufnahmen verglichen mit den eher tiefen Fangzahlen relativ zeitintensiv.



Abbildung 42: Ausgetrocknetes Einzelgewässer (links) und Restwasser führender Teich am Standort Hasenbühl

#### Chrummyriedmatt (14)

Tabelle 14: Fangzahlen des Standorts Chrummyriedmatt

Standort	Gefangen total 1. Aufnahme	Gefangen total 2. Aufnahme	Wiederfänge 2. Aufnahme	Individuen total (ohne Wiederfänge)
Chrummyriedmatt	1	2	0	3

Die Einzelgewässer, in Form von wassergefüllten Plastik-Becken, des Standorts Chrummyriedmatt sind auf zwei Teilstandorte aufgeteilt. Die dazwischen liegende Distanz

beträgt ca. 190m (Vergleich Kap. 2.2.3). Auf dem Areal der Baumschule war eine Vielzahl von temporären Pfützen und kleinen Rinnsalen vorhanden. Trotz vieler dieser geeigneten Habitats blieben die Aufnahmen des Areals, sowie die des südöstlichen Teilstandorts erfolglos. Sämtliche gefangenen Gelbbauchunken stammen aus dem nordwestlichen Teilstandort. Die gefangenen Tiere waren aufgrund ihrer Körperlänge von über 3cm als ältere Tiere einzustufen.

Beim nordöstlichen Teilstandort konnten neben den drei gefangenen Individuen Unken-Kaulquappen nachgewiesen werden.



Abbildung 43: Kaulquappe der Gelbbauchunke (links) und nordwestlicher Teilstandort

### Übrige Standorte der südlichen Talseite

An den Standorten **Schachen Ost (16)**, **Degenberg (17)** und **Halten (13)** konnten keine Gelbbachunken gesehen oder gehört werden. Bei Schachen Ost war der südliche der beiden Tümpel während beider Begehungen ausgetrocknet. Während der ersten Aufnahme des Standorts Degenberg lag der südliche Teich ebenfalls trocken. Dennoch war an beiden Standorten stets mindestens ein wasserführendes Gewässer vorhanden. Aufgrund des hohen Grundwasserspiegels führten am Standort Halten stets alle Gewässer Wasser. Wie im nur 160m entfernten Klosterweiher konnten auch hier keine Unken gefangen werden.



Abbildung 44: Tümpel mit Restwasser bei Degenberg (links) und komplett ausgetrockneter Teich bei Schachen Ost

#### 4.4. Nordwestliche Talseite

##### 4.4.1. Alte Standorte

##### Hopfräben (5)

Tabelle 15: Fangzahlen des Standorts Hopfräben

Standort	Gefangen total 1. Aufnahme	Gefangen total 2. Aufnahme	Wiederränge 2. Aufnahme	Individuen total (ohne Wiederränge)
Hopfräben	1	0	0	1

Tabelle 16: Erhebung 2011 durch Hasen: Fangzahlen des Standorts Hopfräben

Aufnahme 2011 Standort:	Gefangen total 1.Aufnahme	Gefangen total 2.Aufnahme	Gefangen total 3.Aufnahme	Total Ind. ohne Wiederränge	Populations- Grösse nach Lincoln
Hopfräben	5	1	1	6	-

Wie bereits bei den Aufnahmen von Hasen (2011) konnte das Flachmoor wegen seiner Grösse und der dichten Vegetation nur kleinräumig untersucht werden. Dennoch betrug die Zeitspanne der Aufnahmen ca. eine Stunde. In den vielen Riedgräben wurden keine Unken gesehen. An einigen Verbindungsstellen zum Vierwaldstädtersee waren ausserdem junge Fische im Grabensystem zu beobachten. Das gefangene Exemplar wurde südöstlich des Flachmoors in einer Pfütze auf dem Kiesweg gefunden. Hasen (2011) konnte während seiner Erhebung mehrere Individuen fangen. Allerdings waren es auch hier nur wenige Tiere. Sämtliche durch Hasen (2011) gefangene Unken wurden ebenfalls auf dem genannten Kiesweg, südöstlich des Flachmoors gefunden.

**Brunniberg (3)**

Tabelle 17: Fangzahlen des Standorts Brunniberg

Standort	Gefangen total 1. Aufnahme	Gefangen total 2. Aufnahme	Wiederfänge 2. Aufnahme	Individuen total (ohne Wiederfänge)
Brunniberg	30	30	24	36

Tabelle 18: Schätzung der Populationsgrösse des Standorts Brunniberg (nach Lincoln)

Standort	Populationsgrössenschätzung nach Lincoln (P)	95% Konfidenz-Intervall (KI)
Brunniberg	38	35 - 41

Tabelle 19: Erhebung 2011 durch Hasen: Fangzahlen des Standorts Brunniberg

Aufnahme 2011 Standort:	Gefangen total 1.Aufnahme	Gefangen total 2.Aufnahme	Gefangen total 3.Aufnahme	Total Ind. ohne Wiederfänge	Populations- Grösse nach Lincoln
Brunniberg	10	7	0	16	-

Am Standort Brunniberg wurden während der Erhebung 2011 drei Teilstandorte untersucht. Bei zwei der Standorte handelte es sich um Brunnenröge und bei dem dritten um einige wassergefüllte Hirschsuhlen am Waldrand. Da einer der Brunnenröge während der eigenen Aufnahmen kein Wasser führte beschränkte sich die Untersuchung auf die Hirschsuhlen, welche inzwischen zu einem Gewässerkomplex mit vier neuen Tümpeln erweitert wurden und einen ca. 100m in nordwestlicher Richtung entfernten Brunnenrog. Da die Distanz zwischen den beiden Objekten für Gelbbauchunken als relativ gering eingeschätzt wurde konnte auf die Unterteilung in Teilstandorte verzichtet werden. Während am Brunnenrog nur wenige Individuen gefangen wurden wies der Gewässerkomplex einen grossen Unken-Bestand auf. Da die Tümpel auf einer Kuhweide lagen und selbst über keinerlei Vegetation verfügten waren die Unken leicht zu sehen und zu fangen. Auffällig war, dass einige der gefangenen Tiere Verletzungen in Form von unvollständigen oder gar fehlenden Extremitäten hatten. Solche Verletzungen konnten an keinem anderen Standort beobachtet werden.

In einem der vier Tümpel wurden Metamorphlinge nachgewiesen. Laut einer Aussage des Bewirtschafters hatten die Unken im Brunnenrog ebenfalls gelaicht. Während der Aufnahmen konnten allerdings keine Kaulquappen oder Metamorphlinge im Brunnenrog entdeckt werden.



Abbildung 45: Einer der vier Tümpel in Waldrandnähe (links) und Brunnentrog mit Ausstiegshilfe

## Wilen (4)

Tabelle 20: Fangzahlen des Standorts Wilen

Standort	Gefangen total 1. Aufnahme	Gefangen total 2. Aufnahme	Wiederfänge 2. Aufnahme	Individuen total (ohne Wiederfänge)
Wilen	30	16	2	44

Tabelle 21: Erhebung 2011 durch Hasen: Fangzahlen des Standorts Wilen

Aufnahme 2011 Standort:	Gefangen total 1. Aufnahme	Gefangen total 2. Aufnahme	Gefangen total 3. Aufnahme	Total Ind. ohne Wiederfänge	Populations- Grösse nach Lincoln
Wilen	14	7	6	27	-

Hasen (2011) fing bei seiner Erhebung deutlich weniger Individuen. Den höchsten Fang-Erfolg brachte seine erste Aufnahme. Bei dieser war der Wasserpegel sehr hoch, wodurch die vielen Gräben des Standorts zu einem grossen Weiher vereint wurden.

Ein solch hoher Wasserspiegel konnte bei den eigenen Aufnahmen nicht angetroffen werden. Obwohl der Wasserstand während der zweiten Aufnahme etwas höher lag hatte dies keinen positiven Einfluss auf den Fangenerfolg. Im grossen Teich in der Mitte des Rieds wurden nur wenige Individuen gefangen. Die grosse Mehrheit der Unken hielt sich in den vielen Gräben des Gebiets auf. In diesen Gräben, deren Wassertiefe meist nur wenige Zentimeter betrug, waren die Gelbbauchunken oft in kleinen Gruppen anzutreffen. Generell war das Fangen im Ried aufgrund der dichten und hohen Ufervegetation äusserst schwierig.



Abbildung 46: Dichte Vegetation am Standort Wilen

## Steinbruch Nägeli (2)

Tabelle 22: Fangzahlen des Standorts Nägeli

Standort	Gefangen total 1. Aufnahme	Gefangen total 2. Aufnahme	Wiederfänge 2. Aufnahme	Individuen total (ohne Wiederfänge)
Nägeli	23	38	3	58

Tabelle 23: Erhebung 2011 durch Hasen: Fangzahlen des Standorts Nägeli

Aufnahme 2011 Standort:	Gefangen total 1.Aufnahme	Gefangen total 2.Aufnahme	Gefangen total 3.Aufnahme	Total Ind. ohne Wiederfänge	Populations- Grösse nach Lincoln
Nägeli	5	2	72	78	-

Hasen (2011) unterteilte den Steinbruch in zwei Teilstandorte. Der erste Gewässerkomplex liegt unmittelbar neben dem Einfahrtsbereich und wurde von Hasen (2011) als „Nägeli 1“ bezeichnet. Nägeli 2 befindet sich ca. 300m in nordöstlicher Richtung von Nägeli 1 entfernt. Wandernde Unken treffen zwischen diesen Teilstandorten keine Hindernisse an. Da der Individuenaustausch zwischen Nägeli 1 und 2 als problemlos eingeschätzt wurde konnte während der eigenen Erhebung auf eine Einteilung in Teilstandorte verzichtet werden.

In den drei Teichen neben dem Einfahrtsbereich wurden während beider Begehungen die meisten Tiere gefangen. Auch die Rufaktivität war bei diesem Gewässerkomplex deutlich am

intensivsten. Während der zweiten Begehung konnten hier dementsprechend viele Männchen gefangen werden. Der zweite Gewässerkomplex wurde von den Unken weniger stark genutzt. Zudem hatten hier die Tümpel oftmals einen dicken Algent Teppich, welcher das Fangen erschwerte. Neben diesem Algent Teppich wiesen einige Teiche einen dichten Bestand des Schwimmenden Laichkrauts (*Potamogeton natans*) auf. Hasen (2011) beschrieb an diesem Teilstandort einige temporäre Gewässer, bei welchen der Wasserstand stark von den Witterungsverhältnissen abhängig ist. Während der eigenen Aufnahmen konnten allerdings ausschliesslich die permanenten Gewässer angetroffen werden. Generell wurden am Steinbruch Nägeli während beider Aufnahmen keine temporären Pfützen oder Gräben entdeckt, welche von Gelbbauchunken genutzt wurden. Neben den beiden Gewässerkomplexen konnten allerdings einige Individuen in einem Betonbecken gefunden werden. Während beider Aufnahmen wurden im Gebiet viele Metamorphlinge angetroffen.



**Abbildung 47: Betonbecken (links), Gewässerkomplex beim Einfahrtsbereich der Kiesgrube (rechts oben) und zweiter, nordöstlicher Gewässerkomplex**

**Steinbruch Zingel (1)**

Tabelle 24: Fangzahlen des Standorts Zingel

Standort	Gefangen total 1. Aufnahme	Gefangen total 2. Aufnahme	Wiederfänge 2. Aufnahme	Individuen total (ohne Wiederfänge)
Zingel	17	15	11	21

Tabelle 25: Schätzung der Populationsgrösse des Standorts Zingel (nach Lincoln)

Standort	Populationsgrössenschätzung nach Lincoln (P)	95% Konfidenz-Intervall (KI)
Zingel	23	19 - 27

Tabelle 26: Erhebung 2011 durch Hasen: Fangzahlen und Populationsgrösse des Standorts Zingel

Aufnahme 2011 Standort:	Gefangen total 1.Aufnahme	Gefangen total 2.Aufnahme	Gefangen total 3.Aufnahme	Total Ind. ohne Wiederfänge	Populations- Grösse nach Lincoln
Zingel	30	7	14	36	42 / 45

Der Steinbruch Zingel verfügt über zwei Gewässer, welche laut dem Betreiber von Gelbbauchunken genutzt werden. Da der eine Teich direkt unter einer Steilwand des Steinbruchs liegt konnte dieser aufgrund des zu hohen Gefahrenrisikos nicht untersucht werden. Obwohl der Steinbruch während der Aufnahmen viele temporäre Kleingewässer aufwies wurden sämtliche Gelbbauchunken an einem grossen Teich gefangen. Dieser Teich war praktisch vegetationsfrei und für Gelbbauchunken als Laichgewässer optimal geeignet. Auffällig war jedoch die grosse Zahl von Gross-Libellenlarven im Gewässer. Metamorphlinge und Kaulquappen konnten während beider Aufnahmen keine beobachtet werden.



Abbildung 48: Untersucher Teich am Standort Zingel

#### 4.4.2. Neue Standorte

##### Zivilschutzanlage (12)

Tabelle 27: Fangzahlen des Standorts Zivilschutzanlage

Standort	Gefangen total 1. Aufnahme	Gefangen total 2. Aufnahme	Wiederfänge 2. Aufnahme	Individuen total (ohne Wiederfänge)
Zivilschutzanlage	19	14	11	22

Tabelle 28: Schätzung der Populationsgrösse des Standorts Zivilschutzanlage (nach Lincoln)

Standort	Populationsgrössenschätzung nach Lincoln (P)	95% Konfidenz-Intervall (KI)
Zivilschutzanlage	24	20 - 28

Die gefangenen Gelbbauchunken waren auf alle sechs Betontröge verteilt. Allerdings wiesen die grösseren Tröge höhere Dichten auf. Bei den Unken des Standorts handelte es sich grösstenteils um jüngere Tiere unter 3cm Körperlänge. Neben den vielen Adulten konnte eine grosse Zahl an Kaulquappen und Metamorphlingen nachgewiesen werden. Diese waren zum überwiegenden Teil auf zwei der grösseren Tröge verteilt. Die Unken des Standorts waren sehr aufmerksam und teilweise schwer zu fangen. Durch die geringen Ausmasse der kleineren Beton-Elemente wurde das Fangen mit dem Kescher zusätzlich erschwert.



Abbildung 49: Metamorphling am Standort Zivilschutzanlage



Abbildung 50: Kleiner und grosser Betontrög (links) und eine Gruppe von Gelbbauchunken am Rand eines der sechs Betonbecken

## Rossmatt (11)

Tabelle 29: Fangzahlen des Standorts Rossmatt

Standort	Gefangen total 1. Aufnahme	Gefangen total 2. Aufnahme	Wiederfänge 2. Aufnahme	Individuen total (ohne Wiederfänge)
Rossmatt	1	1	1	1

Am Gewässerkomplex Rossmatt wurde bei beiden Begehungen dieselbe Gelbbauchunke gefangen. Das Tier war aufgrund seiner Körperlänge als älter einzustufen und hielt sich während beider Aufnahmen im südlichsten der neun Tümpel auf. In den Teichen konnten auffällig viele Rückenschwimmer und einige Wasserskorpione beobachtet werden.

## 4.5. Vernetzungsachse Lauerzersee

### 4.5.1. Neue Standorte

An den Standorten **Seemättli (10)** und **Schornen (9)** konnten keine Gelbbachunken gesehen oder gehört werden. Während beider Aufnahmen des Gewässerkomplexes Seemättli waren zwei der vier Tümpel ausgetrocknet. Der Standort Schornen führte stets Wasser. Während der zweiten Aufnahme war der Wasserpegel gar so hoch, dass die drei Einzelgewässer einen grossen zusammenhängenden Teich bildeten.



Abbildung 51: Schornen mit hohem Wasserpegel (links) und ausgetrockneter Tümpel am Standort Seemättli

#### 4.6. Dispersion

Die Untersuchung der Dispersion erbrachte einen Nachweis. Dabei handelte es sich um ein Jungtier mit der Individuen-Nummer 71, welches beim Vergleich mit der Erhebung 2011 als Wiederfang des Individuums 884 identifiziert werden konnte. Die junge Gelbbauchunke wurde 2011 im Steinbruch Nägeli fotografiert und migrierte innerhalb eines Jahres in den 300m weiter nordöstlich liegenden Standort Zivilschutzanlage.



Abbildung 52: Dispersion zwischen den Standorten Nägeli und Zivilschutzanlage

Die Abbildung 52 zeigt die direkteste Wander-Distanz zwischen den beiden Gewässer-Komplexen. Der Standort Zivilschutzanlage liegt grösstenteils unter der Autobahn und ist in dieser älteren Luftbildaufnahme noch nicht zu sehen. Obwohl das dazwischen liegende Landwirtschaftsland nach eigener Beobachtung extensiv bewirtschaftet wird und als Wander-Korridor geeignet wäre könnte sich das Jungtier auch über einen Umweg entlang der Heckenstrukturen und des nordwestlich liegenden Waldrandes bewegt haben.

Neben der Zivilschutzanlage wurde auf der nordwestlichen Talseite ausserdem die Dispersion des neu besiedelten Standorts Rossmatt untersucht. Auf der südlichen Talseite waren es die Gewässerkomplexe Hasenbühl und Chrummriedmatt. Bei keinem der genannten Standorte konnte ein Nachweis für eine Migration aus den alten Standorten nachgewiesen werden. Beim erbrachten Nachweis zwischen Nägeli und Zivilschutzanlage handelte es sich um die kleinste untersuchte Wanderdistanz. Alle anderen untersuchten Wanderrouten waren mehrheitlich deutlich grösser. Zudem kamen oftmals Barrieren in Form von Strassen oder Siedlungsgebieten.

## 5. Diskussion

### 5.1. Methoden

#### 5.1.1. Aufnahme der Standorte

Die Aufnahmen im Untersuchungsgebiet konnten dank der Unterstützung durch Manuel Frei (Praktikant karch) innerhalb eines Monats durchgeführt werden. Mangels später Zugverbindungen musste an einigen Standorten allerdings etwas früh mit den Aufnahmen begonnen werden. Während der Beginn um 21.00 optimal wäre begann das Fangen an vielen Standorten zwischen 19.00 und 20.00. Da die Aufnahmen, besonders die der grösseren Gebiete, viel Zeit in Anspruch nahmen, liesse sich dieses Problem allerdings nur durch die Mitarbeit zusätzlicher Helfer lösen. Der Fang an einem Standort galt als abgeschlossen, sobald während einer Zeitspanne von 15 bis maximal 30min keine Unken mehr gefangen werden konnten. Der tiefe Anteil an Wiederfängen von lediglich 16% zeigt, dass an vielen Standorten nur ein kleiner Teil des Unken-Bestands gefangen wurde. Während kleinflächige übersichtliche Standorte wie Brunniberg, Zingel oder Zivilschutz-Anlage eine hohe Wiederfangrate aufwiesen, lag diese in den grossen Gebieten wie Nägeli oder Wilen tief und erlaubte keine Populationsgrössen-Schätzung mittels Lincoln-Index. Obwohl die Vorstellung, alle Tiere eines Standorts zu fangen, unrealistisch ist, sollte bei künftigen Untersuchungen grösserer Standorte die limitierende Zeitspanne von 15-30min ausgeweitet bzw. erst nach Einbruch der Dunkelheit mit den Aufnahmen begonnen werden. Dies mit dem Ziel, auch bei solchen Gebieten eine Populationsschätzung mit Hilfe des Lincoln-Index vornehmen zu können.

Das Fangen selbst sowie das anschliessende Fotografieren der Bauchseite mit Hilfe der Petrischale waren unproblematisch. Die Entnahme der Speichelprobe zwecks DNA-Analyse nahm jedoch besonders zu Beginn der Aufnahmen viel Zeit in Anspruch und wäre alleine kaum durchführbar gewesen. Hauptproblem war der grosse Durchmesser der Abstrichtupfer und die Tatsache, dass sich die Unken gegen das Öffnen der Mäuler stark wehrten. Zwecks Überprüfung der Anwendbarkeit des Hautabstrichs wurden bereits vor der eigentlichen Feldarbeit einige Speichelproben gesammelt und von der WSL analysiert. Der Verfasser dieser Arbeit verfügte zu diesem Zeitpunkt jedoch über keine Erfahrung und konnte nur bei einer der vier beprobten Unken mit dem Abstrichtupfer in die Mundhöhle eindringen. Bei den restlichen Proben wurde der Abstrichtupfer lediglich entlang des Mauls bewegt und dabei gedreht. Die Analyse der Proben durch die WSL ergab jedoch bei allen Probenahmen verwertbare Ergebnisse. Eine solche Beprobung, bei welcher auf das Einführen der Tupfer in die Mundhöhle verzichtet werden könnte, wäre wesentlich schneller durchführbar und würde für die kleinen Gelbbauchunken eine geringere Belastung darstellen. Eine alternative

Möglichkeit für eine effizientere Beprobung wäre die Verwendung von Abstrichtupfern mit kleinerem Durchmesser.

### 5.1.2. Auswertung der Resultate

Die Einteilung der Gelbbauchunken in die verschiedenen Kategorien ermöglichte eine schnelle Vorgehensweise bei der Identifizierung der Wiederfänge. Allerdings liessen sich viele Individuen trotz der Kategorisierungs-Regeln, welche durch Hasen (2011) definiert und in dieser Arbeit erneut angewandt wurden, nicht eindeutig zuordnen. Solche Tiere wurden jeweils mehreren zutreffenden Kategorien zugeordnet. Trotz dieser Massnahme kann nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden, dass einzelne Wiederfänge aufgrund unterschiedlicher Kategorien-Zugehörigkeit übersehen wurden. Da die Einteilung in die verschiedenen Gruppen bei einigen Exemplaren nicht eindeutig ist, könnte der Kategorisierungs-Schlüssel besonders bei verschiedenen Bearbeitern eine mögliche Fehlerquelle darstellen. In dieser Arbeit wirkt sich dies auf die Untersuchung der Dispersion zutreffen, da die zu vergleichenden Unken sowohl vom Verfasser dieser Arbeit als auch von Hasen (2011) kategorisiert wurden. Da sich gemäss Gollmann & Gollmann (2002) die schwarzen Bauchmuster im Laufe der Jahre teilweise etwas vergrössern können und dadurch einzelne Verbindungen verschwinden, ist insbesondere die definierte Regel, bei welcher „auch schmale Verbindungen als solche gewertet werden“ fraglich und könnte bei künftigen Dispersions-Untersuchungen ebenfalls zu Fehlern führen. Nichts desto trotz wäre die Auswertung der Fänge ohne eine Kategorisierung der Unkenbäuche mit erheblich grösserem Aufwand verbunden gewesen.

Die Berechnung der Populationsgrössen mit Hilfe des Lincoln-Index konnte bei nur fünf der elf von Gelbbauchunken genutzten Standorten durchgeführt werden. Verglichen mit Hasen (2011), bei welchem die Bestandesgrösse nur bei drei Populationen geschätzt werden konnte, ist dieses Ergebnis positiv zu werten. Gemäss Gollmann & Gollmann (2002) sollte bei einer geringen Anzahl an Wiederfängen von unter zehn eine Modifikation des Lincoln-Index verwendet werden. Da Hasen (2011) keine solche Modifikation verwendete, wurde zwecks aussagekräftigen Vergleichs der beiden Arbeiten auch bei der vorliegenden Arbeit darauf verzichtet. Folglich konnte die Bestandesgrösse nur bei Standorten mit über zehn wiedergefangenen Unken berechnet werden. Am Standort Unterschönenbuch berechnete Hasen (2011) die Populationsgrösse mit deutlich weniger als zehn Wiederfängen ohne Modifikation. Die Aussagekraft des Vergleichs der Populationsgrössen am Standort Unterschönenbuch ist daher reduziert.

## 5.2. Populationsgrössen der alten Standorte

### 5.2.1. Aufnahmen 2012

Die Gelbbauchunke ist im Untersuchungsgebiet des Talkessels Schwyz-Ingenbohl gut vertreten. Trotz oder gerade wegen des hohen anthropogenen Einflusses (Verfügbarkeit sekundärer Habitats wie Kiesgruben) weist das Gebiet eine Vielzahl von geeigneten Laichhabitats und Landlebensräumen auf. Im Rahmen der Populations-Erhebung dieser Arbeit konnten insbesondere an den Standorten Hinter Ibach, Unterschönenbuch, Brunniberg, Wilen und Nägeli hohe bis sehr hohe Individuenzahlen nachgewiesen werden. Dies obwohl viele Populationsgrössen aufgrund der niedrigen Wiederfangsquote von lediglich 16% nur mit der Anzahl total gefangener Individuen (als Minimum) ausgedrückt werden konnten. Der kleine Anteil an Wiederfängen bei den meisten Gewässern weist darauf hin, dass die effektiven Populationsgrössen vieler Standorte weitaus grösser sind. Zudem beschränkte sich die Dauer der Untersuchung nur auf einen Bruchteil der langen Fortpflanzungsperiode der Gelbbauchunke. Individuen, welche das Laich-Gewässer bereits vor den Aufnahmen verliessen, konnten demnach nicht erfasst werden. Für zuverlässige Aussagen bezüglich des Alters- und Geschlechterverhältnisses einer Population müsste sich die Untersuchung auf die ganze Fortpflanzungs-Periode erstrecken. Da sich die Erhebung dieser Arbeit ausschliesslich auf die Gewässerkomplexe beschränkte, kann ausserdem nicht beurteilt werden, wie gross der beanspruchte Landlebensraum einer Population ist. Im folgenden Teil wird auf die einzelnen Standorte und ihre Populations-Grössen eingegangen.

#### Steinbruch Unterschönenbuch

Mit einer geschätzten Populationsgrösse von 243-599 (Grenzen des 95% Konfidenzintervalls der Schätzung) Gelbbauchunken stellt der Steinbruch Unterschönenbuch den bedeutendsten Standort des Talkessels dar. Der Lebensraum verfügt nebst vielen Aufenthaltsgewässern mit mässiger bis starker Vegetation auch über ein geeignetes Laichgewässer in Form eines kürzlich ausgehobenen Grabens. Die hohe Dichte der Gelbbauchunken in diesem Graben während beider Aufnahmen weist darauf hin, wie wichtig das regelmässige Anlegen von geeigneten Laichgewässern für die Art ist. Die intakte Reproduktion an diesem Standort, ist durch die vielen beobachteten Metamorphlinge belegt. Der angrenzende Wald, welcher vermutlich von vielen Unken als Winterquartier aufgesucht wird, erhöht die Attraktivität dieses Gebiets weiter. Leider hat der Standort seit den Aufnahmen von Hasen (2011) durch das Zuschütten von Grabenabschnitten an Gewässerfläche eingebüsst. Obwohl es sich beim Gebiet um ein IANB-Wanderobjekt handelt und solche Massnahmen legitim sind, sollte, angesichts der Bedeutung des Standorts, künftig die Anzahl der Laichgewässer wieder erhöht werden.

### Hinter Ibach

Der Standort Hinter Ibach wies mit einer Populationsgrösse von 134-256 (Grenzen des 95% Konfidenzintervalls der Schätzung) den zweitgrössten Unken-Bestand des Untersuchungsgebiets auf. Trotz vieler gefangener Gelbbauchunken verfügte das Gebiet während der Aufnahmen kaum über geeignete Laichgewässer. Dies lag hauptsächlich an den trockenen Bodenverhältnissen. Hasen (2011) beschrieb an diesem Standort viele Flächen mit wasserführenden Senken und Kuhritten, welche während der Aufnahmen 2012 ausgetrocknet waren. Die permanenten Gewässer des Gebiets waren mässig bis sehr stark durchwachsen und eigneten sich daher für die Unken nur als Aufenthaltsgewässer. Der Mangel an Laichgewässern wurde durch die Abwesenheit von Kaulquappen und Metamorphlingen bestätigt. Aufgrund der grossen Fläche des Gebiets und dem angrenzenden Waldabschnitt stellt der Standort beim Vorhanden sein geeigneter Laichgewässer ein äusserst wertvolles Unkenhabitat dar. Allerdings scheinen diese flachgründigen Laichgewässer stark Witterungsabhängig zu sein. Durch das Ausheben zusätzlicher Teiche könnte die Reproduktion an diesem Standort gefördert werden.

### Steinbruch Nägeli

Die Bestandesgrösse des Steinbruchs Nägeli kann aufgrund der geringen Anzahl wiedergefangener Tiere nur mit den total gefangenen 58 Individuen als Minimum angegeben werden. Die Gründe für die niedrige Wiederfangzahl von lediglich drei Tieren liegen wohl hauptsächlich in der grossen Fläche des Standorts und im wenig konzentrierten Vorkommen der Unken in einzelnen Gewässern. Gerade in Anbetracht der geringen Wiederfangquote muss die Populationsgrösse als weitaus höher erwartet werden. Die nachgewiesene Reproduktion am Standort Nägeli unterstreicht die Bedeutung des Lebensraums zusätzlich. Als Laichgewässer schienen besonders die Tümpel des Gewässer-Komplexes neben dem Einfahrtsbereich (siehe Vergleich Kap.4.4.1) geeignet zu sein. Die hier festgestellte intensive Rufaktivität bestätigte diese Vermutung. Bei dieser Tümpelgruppe wurde erst kürzlich aufkommende Vegetation entfernt, wodurch die Tümpel wieder an Attraktivität als Laichgewässer gewannen. Um in Zukunft die tatsächliche Populationsgrösse durch eine Schätzung mittels Lincoln-Index erfassen zu können, müsste der Fangerfolg und somit die Anzahl Wiederfänge durch zusätzliche Helfer oder längere Aufnahmen gesteigert werden.

### Wilén

Die Situation des Standorts Wilén ist mit Nägeli durchaus vergleichbar. Auch hier wurden viele Individuen gefangen und kaum Wiederfänge nachgewiesen. Die Mindestgrösse der Population ist mit total 44 gefangenen Individuen beschrieben. Wiederfänge konnten nur zwei identifiziert werden. Dieses Ergebnis widerspiegelt die durch die dichte und hohe

Ufervegetation erschwerten Aufnahmebedingungen des Standorts. Die effektive Populationsgrösse liegt auch in diesem Gebiet vermutlich weit über der Zahl der gefangenen Unken. Eine erfolgreiche Reproduktion konnte im Ried anhand Beobachtungen von Kaulquappen oder Metamorphlingen nicht nachgewiesen werden. Der zentrale Teich weist kaum submerse Vegetation auf und wäre daher als Laichgewässer geeignet. Beim Aufwühlen der dicken Schlammschicht am Gewässerboden war jedoch ein starker Methan-Geruch zu vernehmen. Es gilt daher zu untersuchen, ob sich der Nährstoffeintrag des umliegenden Landwirtschaftslands negativ auf die Nachkommenschaft der Gelbbauchunken im Ried auswirkt.

### Brunniberg

Bei der Population Brunniberg handelt es sich um einen der alten Standorte zudem wurden hier im Rahmen des Vernetzungsprojekts „Vernetzung Gelbbauchunken Schwyz-Ingenbohl“ zusätzliche Tümpel geschaffen. Diese Massnahme führte zur Konzentration des vorher vermutlich relativ weiträumig verteilten Unkenbestands auf die vier neuen Tümpel. Diese stellen optimale Laichgewässer dar und wurden von den Unken in hohen Dichten genutzt. Die Populationsgrösse am Standort Brunniberg betrug 35-41 Individuen (Grenzen des 95% Konfidenzintervalls der Schätzung). Neben den adulten Tieren konnten viele Metamorphlinge am Gewässer beobachtet werden.

### Steinbruch Zingel

Die Population des Steinbruchs Zingel erwies sich mit einer Grösse von geschätzten 19-27 Tieren als mittelgross. Alle Individuen wurden in einem grösseren Teich gefangen. Allerdings konnte ein zweiter, neu angelegter, laut dem Steinbruchbetreiber von Unken genutzter Teich nicht aufgenommen werden. Die Vermutung liegt nahe, dass sich der Bestand des Standorts auf beide Gewässer verteilt und die geschätzte Population von 19-27 Unken übertrifft. Der untersuchte Teich wies kaum Vegetation auf und war grossflächig mit geeigneten Landhabitaten wie Steinhäufen und Wurzelstöcken umgeben. Trotz der Eignung als Laichgewässer konnten am Teich keine Kaulquappen oder Metamorphlinge festgestellt werden. Angesichts der auffällig hohen Dichte an Grosslibellenlarven im Gewässer könnte dies auf den zu hohen Prädationsdruck zurückzuführen sein. Möglicherweise beschränkt sich die Reproduktion an diesem Standort auf das neue, nicht untersuchte Gewässer. Für eine umfassende Beurteilung der Gelbbauchunkenpopulation des Steinbruchs wäre die Aufnahme aller Gewässer notwendig.

### Hopfräben

Beim Flachmoor Hopfräben konnte nur eine Gelbbauchunke gefangen werden. Diese wurde nicht in einem der Riedgräben, sondern in einer Pfütze des angrenzenden Kieswegs gefunden. Das Flachmoor selbst mit seinem weitläufigen Grabensystem ist als Laichgewässer für Gelbbauchunken wenig geeignet. Abgesehen vom dichten Pflanzenbewuchs konnten an Verbindungsstellen zum Vierwaldstättersee Fische in den Gräben beobachtet werden. In Anbetracht der grossen Distanz zu benachbarten Standorten ist zudem der Individuenaustausch mit anderen Populationen unwahrscheinlich. Dennoch kommt die Gelbbauchunke im Gebiet offenbar vor. Angesichts der schlechten Eignung des Flachmoors als Lebensraum sollte der Fokus bei künftigen Erhebungen auf die weitere Umgebung gerichtet werden.

### Klosterweiher

Obwohl am Klosterweiher keine Unken gefangen werden konnten und der Weiher selbst nicht als Laichgewässer geeignet scheint, könnte der Standort als Trittsteingewässer für wandernde Unken fungieren. Insbesondere da er nicht weit von der grossen Population des Steinbruchs Unterschönenbuch entfernt liegt.

## 5.2.2. Populationsgrössen im Vergleich mit der Erhebung 2011

Auf Grund der unterschiedlichen Datengrundlage war ein direkter Vergleich der Aufnahmen 2011 durch Hasen mit der vorliegenden Erhebung nur teilweise möglich. Ein aussagekräftiger Vergleich aller Populationen ergibt sich anhand des Mittelwerts der Fangzahlen aller Begehungen.

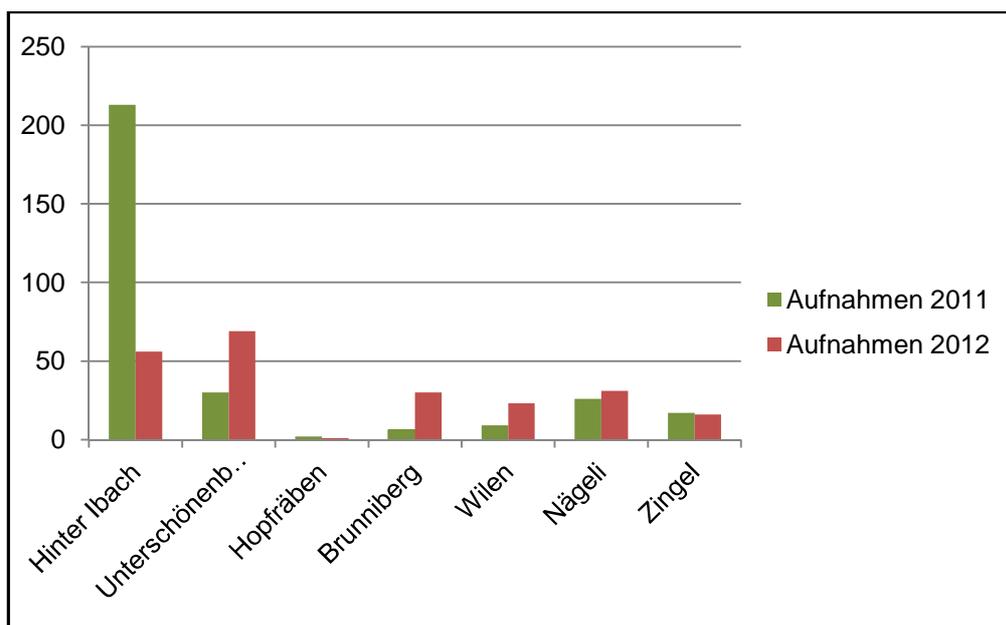


Abbildung 53: Vergleich der Aufnahmen 2011 und 2012 anhand des Mittelwerts gefangener Tiere pro Begehung (y-Achse = Anzahl Individuen / x-Achse = Standorte)

Obwohl die durchschnittlichen Fangzahlen von Jahr zu Jahr teilweise deutlich variieren, sind die Populationen insgesamt dennoch als weitgehend stabil zu beurteilen. Generell kann nicht von einer Zu- oder Abnahme einzelner Populationen gesprochen werden. Dies wäre nur mit Daten über eine längere Zeitspanne möglich. Zu- und Abgänge einer Unken-Population werden massgeblich von äusseren Faktoren wie der Verfügbarkeit von Laichgewässern, der Witterung, dem Prädationsdruck oder dem Nahrungsangebot beeinflusst. Dazu kommt die dichteabhängige Regulation einer Population (Gollmann & Gollmann, 2002). Mit grosser Wahrscheinlichkeit widerspiegelt der unterschiedliche Fangerfolg der Aufnahmen 2011 und 2012 die Bedingungen am jeweiligen Standort während der Begehungen. Es ist ausserdem denkbar, dass sich viele Unken bei ungünstigen Bedingungen am Laichgewässer in den umliegenden Landlebensräumen aufhielten und bessere Verhältnisse abwarteten. Aufgrund der regelmässigen Niederschläge während der Aufnahmeperiode kann ausgeschlossen werden, dass die Wanderaktivität der Gelbbauchunken durch zu trockene Luft- oder Bodenverhältnisse gehemmt wurde. Da die Erhebung 2011 ebenfalls hauptsächlich im Juli stattfand, können jahreszeitlich abhängige Unterschiede der Populationsdichten weitgehend ausgeschlossen werden. Eine mögliche Begründung der unterschiedlichen Fangerträge könnten die oftmals ausgetrockneten Laichgewässer während der vorliegenden Erhebung sein. Der scheinbare Widerspruch bezüglich der regelmässigen Niederschläge während der Aufnahmen und den ausgetrockneten Gewässern lässt sich dadurch erklären, dass sich die Niederschläge stets auf die Abend- und Nachtstunden beschränkten, tagsüber aber trockene Witterung und Bodenverhältnisse herrschten. Des Weiteren könnten die abweichenden Fangzahlen auch auf die Methodik der zwei verschiedenen Bearbeiter zurückzuführen sein. Bei Hasen (2011) wurden einige Aufnahmen am Tag durchgeführt und sind daher nicht vergleichbar. Zudem kann aufgrund fehlender Daten nicht beurteilt werden, wie lange die einzelnen Standorte bei der Erhebung 2011 untersucht wurden. Obwohl ein Vergleich von Erhebungen unterschiedlicher Personen stets mit einer gewissen Unsicherheit behaftet ist, sind die Differenzen an vielen Standorten relativ gross und haben daher vermutlich andere Hauptursachen. Im folgenden Abschnitt werden mögliche Erklärungen der unterschiedlichen Fangerträge einzelner Standorte kurz diskutiert:

#### Hinter Ibach

Während der Erhebung 2012 waren kaum Laichgewässer vorhanden. Ausserdem könnten Tiere aufgrund der hohen Populationsdichte von 2011 und der daraus resultierenden intra-spezifischen Konkurrenz abgewandert sein.

#### Unterschönenbuch

Gegenüber der Erhebung 2011 war eine kleinere Gewässerfläche vorhanden. Die Tiere waren daher auf einer kleineren Fläche konzentriert und vermutlich leichter zu fangen.

Ausserdem wurden zwei der Aufnahmen von 2011, aufgrund der Vorgabe des Betreibers, tagsüber durchgeführt.

### Brunniberg

Bei den Aufnahmen 2012 war ein neuer Gewässerkomplex vorhanden. Der Unkenbestand des Gebiets konzentrierte sich vermutlich stark auf die neuen Tümpel, wo sie in grösserer Zahl gefangen werden konnten.

### Wilten

Die unterschiedlichen Fangzahlen sind möglicherweise auf die Dauer oder den Zeitpunkt der Begehungen zurückzuführen.

### Nägeli

Während der Erhebung 2011 wurden an diesem Standort zwei der drei Begehungen am Tag durchgeführt. Die Fangzahlen der am Tag durchgeführten Aufnahmen waren dabei äusserst tief. Wie schon beim Standort Unterschönenbuch waren die Begehungen auf die Anweisung des Betreibers hin am Tag durchzuführen.

### Zingel

Im Gegensatz zur Erhebung 2011 war 2012 die Aufnahme aller Teiche des Standorts nicht möglich. Ausserdem könnte beim untersuchten Gewässer der Prädationsdruck durch die vielen Grosslibellenlarven auf die Nachkommenschaft der Unken dazu geführt haben, dass der Teich von einigen Individuen gemieden wurde.

## **5.3. Populationsgrössen der neuen Standorte**

Mit dem Ziel, die bestehenden grossen und mittelgrossen Populationen zu fördern und zu vernetzen, wurden im Rahmen des Projekts „Vernetzung Gelbbauchunken Schwyz-Ingenbohl“ neun neue Gewässerkomplexe geschaffen (Details der Standorte sind in Kap. 2.2.3 zu finden). Teil dieser Arbeit war es zu klären, ob die neuen Gewässer bereits von Gelbbauchunken genutzt werden und aus welchem Ursprungs-Standort diese eingewandert waren.

Die Resultate der Aufnahmen der erst im Herbst 2011 geschaffenen Tümpelgruppen übertrafen die Erwartungen bei weitem. An vier der neun Standorte konnten bereits Gelbbauchunken gefangen werden. Ausserdem wurde an zwei dieser vier Gewässerkomplexe eine Reproduktion nachgewiesen. Schliesslich wies der Standort Zivilschutzanlage eine so hohe Dichte an Unken auf, dass er gar einige Populationsgrössen der alten

Standorte übertraf. Bei zwei der vier von Unken genutzten Standorten handelte es sich um künstliche Gewässer in Form von eingegrabenen Plastik- und Betonbecken. Die Gelbbauchunke kann in solchen Habitaten sehr gezielt gefördert werden. Durch eine Beeinflussung der Wasserführung während einiger Monate können Prädatoren wie Molche, Rückenschwimmer oder Libellenlarven gezielt minimiert werden (Steigenberger & Fromhage 1996). Allerdings entsprechen solche Massnahmen nicht dem eigentlichen Verständnis vom Naturschutz und sind, angesichts der Verbreitung der Gelbbauchunke im Untersuchungs-Gebiet nicht als notwendig zu beurteilen. Künstliche Elemente können jedoch eine gute provisorische Lösung darstellen und später durch andere Konzepte ersetzt werden. Die positive Bilanz bezüglich der Nutzung dieser Becken ist mit grösster Wahrscheinlichkeit deren Lage und nicht dessen Eigenschaften zuzuschreiben. Generell lässt sich ausserdem sagen, dass an vielen Standorten bereits erste Anzeichen der Sukzession angetroffen wurden. Um die Attraktivität als Unken-Laichgewässer sicherzustellen, werden daher schon sehr bald erste Massnahmen zur Reduktion der aufkommenden Vegetation nötig sein. Im folgenden Teil wird auf die einzelnen Standorte und ihre Nutzung durch die Gelbbauchunken eingegangen.

#### Zivilschutzanlage

Mit einer geschätzten Populationsgrösse von 19-27 Tieren (Lincoln-Index) wies der Standort die bei weitem grösste Zahl an Gelbbauchunken unter den neuen Standorten auf. Da es sich bei den gefangenen Unken hauptsächlich um junge Tiere handelte, könnte die Besiedlung die Basis einer neuen Subpopulation darstellen. Die Betonbecken am Standort garantierten eine gesicherte Wasserführung während der Laichperiode und könnten daher zur Attraktivität des Habitats als Laichgewässers beigetragen haben. Da gemäss Niekisch (1990) Unken ihren Laich gerne an Strukturen anheften, hatten vermutlich auch die zahlreichen Grasbüschel, welche vom Beckenrand ins Wasser reichen, eine positive Wirkung auf das Laichverhalten.

Angesichts der hohen Individuenzahlen und der bestätigten Reproduktion ist der Standort als sehr wertvoll einzustufen und unbedingt zu erhalten. Indessen könnte sich die relativ kleine Gewässerfläche zukünftig limitierend auf die Unken-Population auswirken. Die positive Bilanz könnte daher als Motivation dienen, die Gewässerfläche auszuweiten bzw. die Betonbecken mit Folien-Teichen zu ersetzen.

#### Chrummriedmatt

Obwohl am Standort Chrummriedmatt lediglich drei Individuen gefangen werden konnten wurden auch hier Unken-Kaulquappen beobachtet. Die Nutzung der Plastik-Becken als Laichgewässer sowie die Attraktivität des umliegenden Areals der Baumschule, in welchem

durch die menschliche Tätigkeit stets neue Pfützen und Rinnsale entstehen, lässt auf ein wertvolles Unken-Habitat schliessen. Bei den gefangenen Gelbbauchunken handelte es sich ausschliesslich um ältere Tiere. Von solchen ist bekannt, dass sie während der Fortpflanzungsperiode längere Wanderungen unternehmen können und dabei oftmals an ihren Ursprungsort zurückkehren (Gollmann & Gollmann, 2002). Dieses als „Umhervagabundieren“ bezeichnete Verhalten könnte ein Hinweis dafür sein, dass sich in den Becken deutlich mehr Unken aufgehalten haben, ihre Verweilzeit allerdings nur kurz war. Die Entwicklung dieses Standorts ist auf jeden Fall weiter zu verfolgen.

#### Hasenbühl

Am einzigen wasserführenden Gewässer des Standorts Hasenbühl konnten insgesamt sieben Gelbbauchunken gefangen werden. Alle anderen Tümpel des Standorts waren während beider Aufnahmen völlig ausgetrocknet. Da die Anzahl gefangener Unken verglichen mit den anderen neuen Standorten als hoch einzuschätzen ist, sollte die Wasserführung der Gewässer während der Fortpflanzungsperiode künftig sichergestellt werden.

#### Rossmatt

Aufgrund seiner grossen Fläche und der Vielzahl an geeigneten Landlebensräumen wird das ökologische Potential des Gewässerkomplexes Rossmatt als gross eingeschätzt. Die während beider Begehungen beobachtete sichere Wasserführung aller Gewässer erhöht die Attraktivität für Gelbbauchunken zusätzlich. Obwohl am Gewässer nur eine Unke gefangen werden konnte, wird die zukünftige Entwicklung des Standorts als vielversprechend beurteilt.

An den Standorten Schachen Ost, Degenberg, Halten, Seemättli und Schornen konnten keine Unken gefangen werden. Obwohl einige Einzelgewässer während der Aufnahmen ausgetrocknet waren, ist die Abwesenheit der Unken mit grösster Wahrscheinlichkeit auf die geographische Lage dieser Gewässer zurückzuführen. Diese Thematik wird in folgendem Kapitel besprochen.

#### 5.4. Besiedlung neuer Standorte / Dispersion

Die Untersuchung der Dispersion in dieser Arbeit beschränkte sich auf die Besiedlung der neuen Standorte. Es galt zu klären, aus welchen Ursprungs-Gewässern die Unken in die neu geschaffenen Gewässer eingewandert waren. Dabei konnte die Migration eines Tieres vom Steinbruch Nägeli in den 300m weiter entfernten Standort Zivilschutzanlage nachgewiesen werden. Die untersuchten Wanderrouten werden im folgenden Kartenausschnitt nochmals abgebildet.

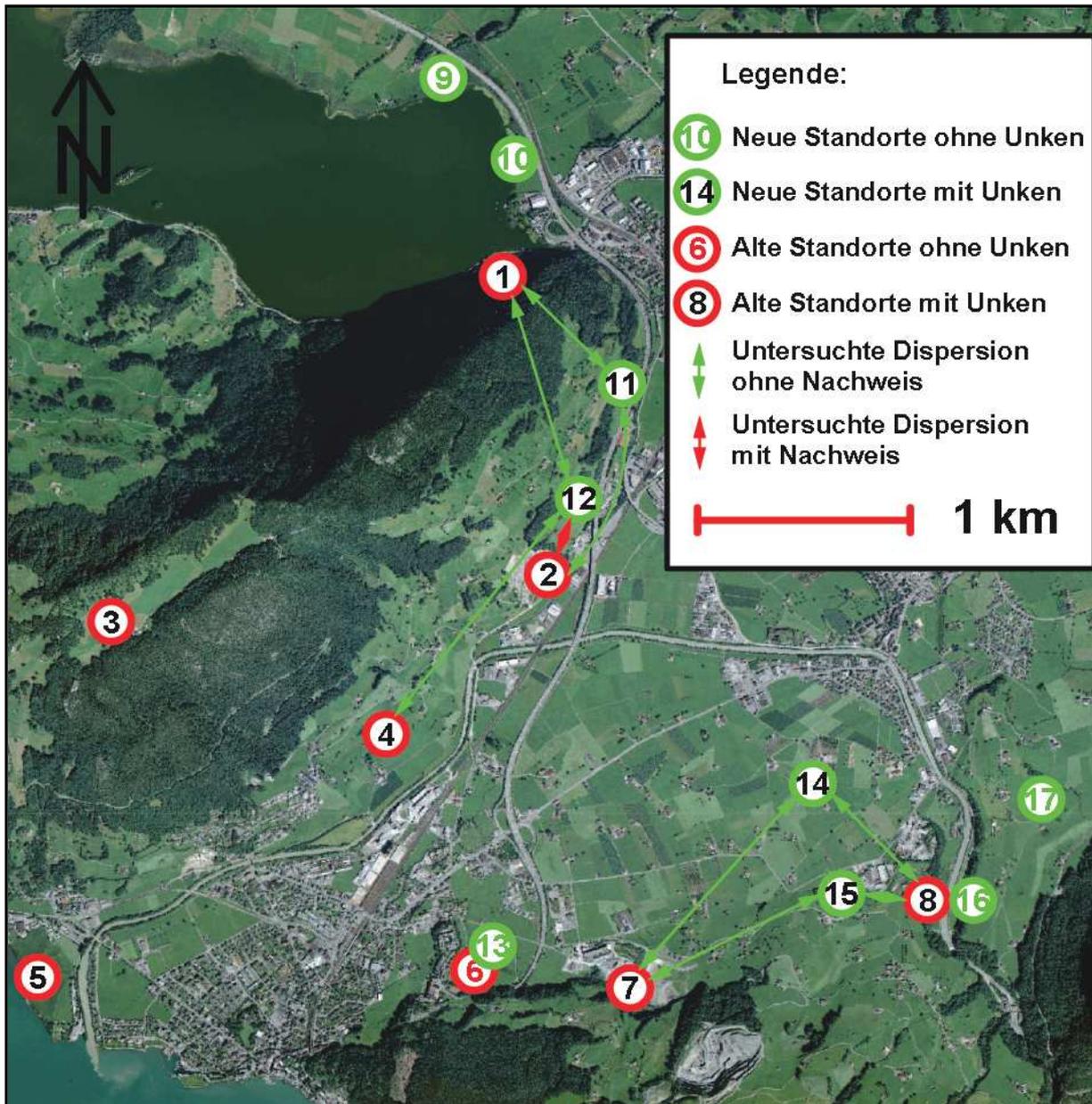


Abbildung 54: Untersuchte Wanderdistanzen (webmap.sz.ch. Geoportal des Kantons Schwyz, bearbeitet mit Vectorworks2011)

Das Ergebnis von lediglich einem Migrations-Nachweis zeigt einmal mehr, dass nur ein kleiner Teil der tatsächlich vorhandenen Individuen gefangen werden konnte. Die niedrige Wiederfang-quote von 16% bei dieser Arbeit und die von 18% bei Hasen (2011) belegen

eindrücklich, dass viele Tiere bei den Erhebungen nicht erfasst werden konnten. Angesichts des kleinen Anteils der dokumentierten Tiere war die Wahrscheinlichkeit eines Migrations-Nachweises von vornherein als gering einzustufen. Darüber hinaus konnte die Dispersion nur über die Zeitspanne eines Jahres verfolgt werden. Gelbbauchunken, welche die Ursprungs-Gewässer vor den Aufnahmen von Hasen verlassen haben und bei der Erhebung dieser Arbeit an den neuen Gewässern gefangen wurden, konnten demnach keinem Ursprungs-Standort zugewiesen werden. Dies könnte insbesondere auf die wanderfreudigen Jungtiere zutreffen, welche sich vor der Erstellung der neuen Standorte in den umliegenden Landlebensräumen oder unbekanntem Kleinstgewässern aufgehalten haben könnten. Obwohl zusätzliche Hinweise bezüglich der Migration einzelner Tiere hilfreich für weitere Vernetzungs-Massnahmen gewesen wären, ist zu beachten, dass viele der neuen Gewässer erfolgreich besiedelt wurden. Diese Tatsache allein zeigt, dass die notwendigen Korridore und Trittsteine für die Besiedlung vieler der neuen Standorte vorhanden sind. Umfassendere Hinweise bezüglich des Austauschs und der Herkunft einzelner Individuen sind von der Analyse der während dieser Arbeit gesammelten genetischen Proben der Tiere zu erwarten. Im folgenden Abschnitt wird detailliert auf die Vernetzungsachsen und einige Standorte eingegangen.

#### Südliche Talseite

Die gefangenen Gelbbauchunken der Standorte Hasenbühl (15) und Chrummriedmatt (14) konnten keinem Ursprungs-Gewässer zugeordnet werden. Die Distanzen zum Steinbruch Unterschönenbuch (7) sind dabei als relativ gross einzordnen. Obwohl nichts gegen eine Besiedlung durch die Tiere des Standorts Hinter Ibach (8) sprechen würde, ist es denkbar, dass die Unken der neuen Standorte aus einem Steinbruch unmittelbar unter dem Gewässer-Komplex Hasenbühl stammen. Dieser Steinbruch konnte während der vorliegenden Erhebung nicht aufgenommen werden.

An den Standorten Schachen Ost (16) und Degenberg (17) konnten keine Unken gefangen werden. Die Besiedlung der beiden Gewässerkomplexe vom Standort Hinter Ibach (8) aus kann aufgrund des als Barriere wirkenden des alten Spinnereikanals zurzeit als unwahrscheinlich eingeschätzt werden.

#### Nordwestliche Talseite

Obwohl zwischen den Standorten Zivilschutzanlage (12) und Nägeli (2) nur ein Nachweis für eine Migration erbracht werden konnte ist es wahrscheinlich, dass ein Grossteil der Unken des Standort Zivilschutzanlage aus dem Steinbruch Nägeli stammt. Die hohe

Individuendichte des Gewässerkomplexes Zivilschutzanlage ist eine gute Basis für den Individuenaustausch zwischen den Standorten Nägeli (2) und Zingel (1).

#### Vernetzungsachse Lauerzersee

An den Standorten Seemättli (10) und Schornen (9) konnten keine Gelbbauchunken nachgewiesen werden. Eine Migration vom Standort Zingel (1) aus wird auf Grund des dichten Strassennetzes zwischen den Standorten als unwahrscheinlich eingeschätzt.

### **5.5. Fazit und zukünftiger Handlungsbedarf**

Der Gelbbauchunkenbestand im Untersuchungsgebiet Talkessel Schwyz-Ingenbohl kann, im Bezug auf die Aufnahmen 2011 und 2012, als stabil eingeschätzt werden. Der Talkessel bietet den Unken nebst einer Vielzahl von Laichgewässern auch geeignete Landlebensräume. Allerdings handelt es sich beim grössten Teil dieser Habitats um Sekundärlebensräume, in welchen die Gelbbauchunken-Populationen für ihr langfristiges Überleben auf menschliche Eingriffe angewiesen sind. Ohne diese Eingriffe würden sich derzeit attraktive Laichgewässer durch die fortschreitende Sukzession schnell zu Aufenthaltsgewässern entwickeln. Um die Reproduktion an den einzelnen Standorten langfristig zu sichern, müssen in regelmässigen Abständen Massnahmen gegen das Aufkommen der Vegetation ergriffen oder neue Gewässer geschaffen werden. Das geplante Monitoring des Gebiets wird dabei helfen, die Situation an den Gewässerkomplexen laufend neu einzuschätzen und notwendige Massnahmen für den Weiterbestand der Populationen zu evaluieren.

Bezüglich der Vernetzung der älteren Populationen waren bei dieser Erhebung mit der Besiedlung vieler neuer Standorte bereits erste Erfolge fest zu stellen. Dennoch kann zum jetzigen Zeitpunkt keineswegs von einer völligen Aufhebung der Isolation gesprochen werden. Die Möglichkeiten zum Individuenaustausch lassen sich durch zusätzliche Massnahmen weiter verbessern. Als wesentliche Punkte sind die Vernetzung der grösseren Standorte Hinter Ibach und Unterschönenbuch sowie Nägeli und Wilen zu nennen. Ein weiteres Problem stellt die Überquerung des alten Spinnereikanals und die dadurch unterbrochene Vernetzung des Naturschutzgebiets Hinter Ibach mit den neuen Standorten Schachen Ost und Degenberg dar. Schliesslich könnte durch den Bau weiterer Gewässerkomplexe der Individuenaustausch zwischen den beiden Talseiten gefördert werden. Die Analyse der während dieser Arbeit gesammelten genetischen Proben kann hilfreiche Informationen bezüglich genutzter Korridore und gegenwärtiger Barrieren geben und wird für die Umsetzung künftiger Vernetzungsmassnahmen von grossem Nutzen sein.

## 6. Literaturverzeichnis

Abbühl, R. (1997): Zur Ökologie der Gelbbauchunke (*Bombina variegata variegata* L.) – Populationsdynamik, Habitats- und Verhaltensstudien als Grundlage zum Schutz, Uni Basel  
Medizinische Biologie

BAFU (2002): Bundesinventar der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung, Vollzugshilfe, Bundesamt für Umwelt, Bern

BAFU (2007): Objekte des Amphibienlaichgebiete-Inventars, Stand 2007, Kanton Schwyz

Barandun, J., Dietsche, R., Kühnis, J. (2009): Kunstgewässer zur Förderung von Gelbbauchunken – ein Pilotversuch, Bericht Botanisch-Zoologischer Gesellschaft Liechtenstein-Sargans-Werdenberg, Schaan, S.73 - 78

Campbell, N., Reece, J. (2009): Biologie, 8. Aktualisierte Auflage, Pearson Studium Verlag

Gollmann, B., Gollmann, G. (2002): Die Gelbbauchunke – von der Suhle zur Radspur, Laurenti Verlag

Hachtel, M., Schlüpfmann, M., Thiesmeier, B., Weddeling, K. (2009): Methoden der Feldherpentologie, Laurenti Verlag

Hasen, D. (2011): Bestandesuntersuchung von Gelbbauchunken-Populationen im Talkessel Schwyz-Ingenbohl mittels Fang-Wiederafang-Methode, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW, Wädenswil, (unveröffentlicht)

Herrmann, D. (1996): Aktionsraum und Biotopverbund in südniedersächsischen Gelbbauchunken-Populationen, Naturschutzreport 11, S.63 - 68

Meyer, A., Zumbach, S., Schmidt, B.R., Monney, J. (2009): Auf Schlangenspuren und Krötenpfaden – Amphibien und Reptilien der Schweiz, 1. Auflage, Haupt Verlag, S. 132 - 135

Mermod, M., Zumbach, S., Borgula, A., Krummenacher, E., Lüscher, B., Pellet, J., Schmidt, B. (2011): Praxismerkblatt Artenschutz – Gelbbauchunke *Bombina variegata*, KARCH

Niekisch, M. (1990): Untersuchungen zur Besiedlungsstrategie der Gelbbauchunke *Bombina v. variegata* LINNAEUS, 1758 (Anura, Amphibia), Bonn

Prunier, J., Kaufmann, B., Grolet, O., Picard, D., Pompanon, F., Joly, P. (2012): Skin swabbing as a new efficient DNA sampling technique in amphibians, and 14 new microsatellite markers in the alpine newt (*Ichthyosaura alpestris*), Molecular Ecology Resources, Blackwell Publishing, 12, S. 524-531

Schlitner, M., Abplanalp, C., Issing, B., Hertach, T. (2010): Jahresbericht 2010, Vernetzung Gelbbauchunken Schwyz-Ingenbohl, Hauptprojekt 2010-2011, Begleitmassnahme zum Vernetzungsprojekt Talkessel, (unveröffentlicht)

Schlitner, M., Abplanalp, C., Hertach, T. (2012): Jahresbericht- und Schlussbericht Umsetzungsphase 2011, Vernetzung Gelbbauchunken Schwyz-Ingenbohl, Hauptprojekt 2010-2011, Begleitmassnahme zum Vernetzungsprojekt Talkessel, (unveröffentlicht)

Schmidt, B. (2012): Mitarbeiter der Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz (karch), Fachbereich Amphibien (mündliche Mitteilung).

Schmidt, B., Zumbach, S. (2005): Rote Liste der gefährdeten Arten in der Schweiz, Amphibien, Ausgabe 2005, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), karch

Steigenberger, M., Fromhage, L. (1996): Pflegemassnahmen für eine Gelbbauchunken-Population im Siedlungsbereich – Artenschutz oder Manipulation?, Naturschutzreport 11, S.248 – 254

Wagner, T. (1996): Untersuchungen zum aquatischen Lebensraum der Gelbbauchunke, *Bombina v. variegata* (Linnaeus, 1758), als Grundlage für Pflege- und Entwicklungskonzepte, Naturschutzreport 11, S.69 - 76

## Abbildungsverzeichnis

Titelblatt: [www.schwyzundquer.ch](http://www.schwyzundquer.ch)

Abbildung 1: Typische Haltung einer Gelbbauchunke ( <i>Bombina variegata</i> ) an der Wasseroberfläche (Aufnahme durch Manuel Frei, während einer Begehung) .....	2
Abbildung 2: Gut getarnte Gelbbauchunke im natürlichen Lebensraum (Aufnahme von Manuel Frei).....	4
Abbildung 3: Unkenlebensräume: Hirschsuhle (links oben), Brunnentrog und kürzlich ausgehobener Graben in einer Kiesgrube (eigene Aufnahme) .....	6
Abbildung 4: Verbreitung der Gelbbauchunke in der Schweiz. Orange = Beobachtungen vor 1990. Rot = Beobachtungen nach 1990. Quadrate entsprechen 5-mal 5 km. ( <a href="http://Iepus.unine.ch/cart0/">Iepus.unine.ch/cart0/</a> ) .....	11
Abbildung 5: Übersichtsplan des Untersuchungsgebiets mit alten (rote Kreise) und neuen Standorten (grüne Kreise) ( <a href="http://webmap.sz.ch">webmap.sz.ch</a> . Geoportals des Kantons Schwyz, bearbeitet mit Vectorworks2011E).....	15
Abbildung 6: Michael Schlitner und Thomas Hertach (rechts) vor Baubeginn des Objekts Halten (Schlitner et al. 2012).....	16
Abbildung 7: Idealplan Vernetzung (Schlitner et al., 2010) .....	17
Abbildung 8: Südliche Talseite des Untersuchungsgebiets (Ausschnitt der Abbildung 5) .....	18
Abbildung 9: Standort Hinter Ibach (8) (eigene Aufnahme) .....	19
Abbildung 10: Standort Schachen Ost (16) mit ehemaligem Spinnereikanal (eigene Aufnahme).....	19
Abbildung 11: Standort Degenberg (17) (eigene Aufnahme).....	20
Abbildung 12: Wasserführender Teich beim Standort Hasenbühl (15) (eigene Aufnahme).....	20
Abbildung 13: Einzelnes Gewässer beim Steinbruch Unterschönenbuch (7) (eigene Aufnahme).....	21
Abbildung 14: Klosterweiher (6) mit dichtem Schilfgürtel (eigene Aufnahme).....	21
Abbildung 16: Nordwestliche Talseite des Untersuchungsgebiets (Ausschnitt der Abbildung 5) .....	22

Abbildung 15: Standort Halten (13) kurz nach dem Bau (Schlitner et al., 2012).....	22
Abbildung 17: Grabenabschnitt beim Standort Hopfräben (5) (Hasen, 2011).....	23
Abbildung 18: Neue Gewässer am Standort Brunniberg (3) (eigene Aufnahme) .....	23
Abbildung 19: Standort Wilen (4) bei niedrigem Wasserstand (eigene Aufnahme)....	24
Abbildung 20: Gewässerkomplex beim Einfahrtbereich des Steinbruchs Nägeli (2) (eigene Aufnahme) .....	25
Abbildung 21: Standort Rossmatt (11) (eigene Aufnahme).....	25
Abbildung 22: Betontröge beim Standort Zivilschutzanlage (12) (eigene Aufnahme)	26
Abbildung 23: Der grössere der beiden Teiche am Standort Zingel (1) (eigene Auf- nahme).....	26
Abbildung 24: Potentielle Vernetzungsachse der beiden Talseiten, durch die Standorte 14, A und B (Ausschnitt der Abbildung 5).....	27
Abbildung 26: Vernetzungsachse entlang des Lauerzersees (Ausschnitt der Abbildung 5) .....	28
Abbildung 25: Eines der fünf Plastikbecken bei Chrummriedmatt (14) (eigene Auf- nahme).....	28
Abbildung 27: Standort Seemättli (10) (eigene Aufnahme).....	29
Abbildung 28: Standort Schornen (9) mit hohem Wasserpegel (eigene Aufnahme) ..	29
Abbildung 29: Übersichtsplan des Untersuchungsgebiets mit Schutzgebieten und Aufnahmestandorten (webmap.sz.ch. Geoportal des Kantons Schwyz, bearbeitet mit Vectorworks2011E) .....	31
Abbildung 30: Links: Gelbbauchunke in Petri-Schale, Rechts: Gelbbauchunke auf den Rücken gedreht (eigene Aufnahme) .....	37
Abbildung 31: Entnahme der Speichelprobe (eigene Aufnahme).....	37
Abbildung 32: Gelbe Brust-Flecken (rot markiert). Hier mit der Kategorie „d = eingeschlossen" .....	38
Abbildung 33: Kartierungs-Schlüssel (Vectorworks2011) .....	40
Abbildung 34: Untersuchte Wanderstrecken (bearbeiteter Ausschnitt der Abbildung 5) .....	43

Abbildung 35: Total gefangene Individuen (ohne Wiederfänge) alter- (rot) und neuer Standorte (grün) (y-Achse = Anzahl Individuen / x-Achse = Standorte) .....	46
Abbildung 36: Vergleich der Aufnahmen 2011 und 2012 anhand des Mittelwerts gefangener Tiere pro Begehung (y-Achse = Anzahl Individuen / x-Achse = Standorte) .....	47
Abbildung 37: Gegenüberstellung der mit dem Lincoln-Index berechneten Populationsgrößen (y-Achse = Anzahl Individuen / x-Achse = Aufnahmen).....	48
Abbildung 38: Teilstandorte: Tümpel am Waldrand (unten) und alte Scheune (links oben im Hintergrund erkennbar) (eigene Aufnahme) .....	50
Abbildung 39: Ausgetrockneter Teich beim Steinbruch Unterschönenbuch (eigene Aufnahme).....	51
Abbildung 40: Klosterweiher mit dichtem Schilfgürtel (eigene Aufnahme) .....	52
Abbildung 41: Einer der drei wasserführenden Tümpel (links) und kürzlich neu ausgebaggerter Graben (eigene Aufnahme) .....	52
Abbildung 42: Ausgetrocknetes Einzelgewässer (links) und Restwasser führender Teich am Standort Hasenbühl (eigene Aufnahme) .....	53
Abbildung 43: Kaulquappe der Gelbbauchunke (links) und nordwestlicher Teilstandort (eigene Aufnahme).....	54
Abbildung 44: Tümpel mit Restwasser bei Degenberg (links) und komplett ausgetrockneter Teich bei Schachen Ost (eigene Aufnahme).....	55
Abbildung 45: Einer der vier Tümpel in Waldrandnähe (links) und Brunnentrog mit Ausstiegshilfe (eigene Aufnahme) .....	57
Abbildung 46: Dichte Vegetation am Standort Wilen (eigene Aufnahme) .....	58
Abbildung 48: Betonbecken (links), Gewässerkomplex beim Einfahrtsbereich der Kiesgrube (rechts oben) und zweiter, nordöstlicher Gewässerkomplex .....	59
Abbildung 48: Untersucher Teich am Standort Zingel (eigene Aufnahme) .....	60
Abbildung 49: Metamorphling am Standort Zivilschutzanlage (eigene Aufnahme) ....	61
Abbildung 50: Kleiner und grosser Betontrog (links) und eine Gruppe von Gelbbauchunken am Rand eines der sechs Betonbecken (eigene Aufnahme).....	62

Abbildung 51: Schornen mit hohem Wasserpegel (links) und ausgetrockneter Tümpel am Standort Seemättli (eigene Aufnahme) .....	63
Abbildung 52: Dispersion zwischen den Standorten Nägeli und Zivilschutzanlage ....	63
Abbildung 53: Vergleich der Aufnahmen 2011 und 2012 anhand des Mittelwerts gefangener Tiere pro Begehung (y-Achse = Anzahl Individuen / x-Achse = Standorte) .....	70
Abbildung 54: Untersuchte Wanderdistanzen (webmap.sz.ch. Geoportal des Kantons Schwyz, bearbeitet mit Vectorworks2011) .....	75

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gefangene Gelbbauchunken 2011, durch Hasen .....	32
Tabelle 2: Geschätzte Populationsgrößen 2011, durch Hasen .....	33
Tabelle 3: Begehungstabelle .....	35
Tabelle 4: Dispersion: Untersuchte Standorte und deren Distanzen .....	42
Tabelle 5: Fangzahlen sämtlicher Standorte (grüne Standorte = neue Gewässer, rote Standorte = alte Gewässer) .....	45
Tabelle 6: Schätzung der Populationsgrößen nach Lincoln .....	46
Tabelle 7: Fangzahlen des Standorts Hinter Ibach .....	49
Tabelle 8: Schätzung der Populationsgrösse des Standorts Hinter Ibach (nach Lincoln) .....	49
Tabelle 9: Erhebung 2011 durch Hasen: Fangzahlen und Populationsgrösse des Standorts Hinter Ibach.....	49
Tabelle 10: Fangzahlen des Standorts Unterschönenbuch .....	50
Tabelle 11: Schätzung der Populationsgrösse des Standorts Unterschönenbuch (nach Lincoln).....	50
Tabelle 12: Erhebung 2011 durch Hasen: Fangzahlen und Populationsgrösse des Standorts Unterschönenbuch .....	50
Tabelle 13: Fangzahlen des Standorts Hasenbühl .....	53

---

Tabelle 14: Fangzahlen des Standorts Chrummriedmatt .....	53
Tabelle 15: Fangzahlen des Standorts Hopfräben.....	55
Tabelle 16: Erhebung 2011 durch Hasen: Fangzahlen des Standorts Hopfräben .....	55
Tabelle 17: Fangzahlen des Standorts Brunniberg .....	56
Tabelle 18: Schätzung der Populationsgrösse des Standorts Brunniberg (nach Lincoln) .....	56
Tabelle 19: Erhebung 2011 durch Hasen: Fangzahlen des Standorts Brunniberg.....	56
Tabelle 20: Fangzahlen des Standorts Wilen .....	57
Tabelle 21: Erhebung 2011 durch Hasen: Fangzahlen des Standorts Wilen.....	57
Tabelle 22: Fangzahlen des Standorts Nägeli.....	58
Tabelle 23: Erhebung 2011 durch Hasen: Fangzahlen des Standorts Nägeli .....	58
Tabelle 24: Fangzahlen des Standorts Zingel .....	60
Tabelle 25: Schätzung der Populationsgrösse des Standorts Zingel (nach Lincoln)..	60
Tabelle 26: Erhebung 2011 durch Hasen: Fangzahlen und Populationsgrösse des Standorts Zingel.....	60
Tabelle 27: Fangzahlen des Standorts Zivilschutzanlage .....	61
Tabelle 28: Schätzung der Populationsgrösse des Standorts Zivilschutzanlage (nach Lincoln) .....	61
Tabelle 29: Fangzahlen des Standorts Rossmatt .....	62

## **Anhang**

### **Inhalt:**

- A: Standort-Tabellen**
- B: Aufnahme-Tabellen**
- C: Foto-Tabellen**
- D: Aufgabenstellung**
- E: Poster A4**

## A: Standort-Tabellen

### Neue Standorte (angelegt im Herbst 2011)

#### Gmd. Schwyz

<b>Tümpel Standort</b>	<b>Bewirtschafter</b>	<b>Grundeigentümer</b>
Degenberg, 17	Pirmin Strüby, Wernisberg 2, 6438 Ibach	Peter Horat, Blatterli, 6438 Ibach
Chrummriedmatt, 14	Kündig Baumschule, R. Kündig, Gerbihofstr., 6438 Ibach	Kündig Baumschule, R. Kündig, Gerbihofstr., 6438 Ibach
Rossmatt, 11	Michael Schlitner, Alte Landstrasse 51, 8803 Rüschnikon	Schweizerische Eidgenossenschaft, handelnd, Andreas Rüegger, Brühlstrasse 3, 4800 Zofingen
Seemättli, 10	Xaver Reichmuth jun., Riedmatt, 6423 Seewen	Erbengemeinschaft Dr. R. Benziger, vertreten durch Donata Krethlow, Rigistrasse 23, 6006 Luzern
Schorren, 9	BG Eduard Baumann und Lukas Vogler, Urenmatt, 6430 Schwyz	Franz-Xaver von Weber, Lanstrasse 11, 6430 Schwyz
Zivilschutzanlage, 12	Amt für Militär-, Feuer- und Zivilschutz, E. Gwerder, Schlagstr. 87, 6431 Schwyz	Schweizerische Eidgenossenschaft, handelnd, Andreas Rüegger, Brühlstrasse 3, 4800 Zofingen
Schachen Ost, 16	Franz Tschümperlin-Schatt, Degenberg, 6438 Ibach	Franz Tschümperlin-Schatt, Degenberg, 6438 Ibach

#### Gmd. Ingenbohl

<b>Tümpel Standort</b>	<b>Bewirtschafter</b>	<b>Grundeigentümer</b>
Halten, 13	Bruno Bucheli-Zimmermann, Schulstrasse 26a, 6440 Brunnen	Institut Ingenbohl, Klosterstr. 10, 6440 Ingenbohl

**Alte Standorte (bestehend vor dem Herbst 2011)**

<b>Tümpel Standort</b>	<b>Bewirtschafter/Ansprechpartner</b>	<b>Grundeigentümer/Bemerkungen</b>
Brunniberg, 3	Beat Schuler, Brunniberg, 6423 Seewen, Tel. 041 820 42 82	Beat Schuler, Brunniberg, 6423 Seewen, Tel. 041 820 42 82
Steinbruch Nägeli, 2	Stiftung Lauerzersee (Pius Kühne, Badstrasse 7, 6423 Seewen, Tel.: 041 811 46 26),	Holcim (Herr Camenzind 079 595 35 21, Werkmeister Orthmar Schniedrig 058 850 11 10, 079 321 46 84), Anmelde- und Helmpflicht
Steinbruch Unterschönenbuch, 7	Stiftung Lauerzersee (Pius Kühne, Badstrasse 7, 6423 Seewen, Tel.: 041 811 46 26),	Holcim (Herr Camenzind 079 595 35 21, Werkmeister Orthmar Schniedrig 058 850 11 10, 079 321 46 84), Anmelde- und Helmpflicht
Steinbruch Zingel, 1	Stiftung Lauerzersee (Pius Kühne, Badstrasse 7, 6423 Seewen, Tel.: 041 811 46 26)	Kibag (Theo Desax, t.desax@kibag.ch, 041 757 20 31), Werkmeister Paul Mauerer 041 811 49 28, 079 350 28 59), Anmelde- und Helmpflicht
Hinter Ibach, 8	Naturschutzgebiet, Stiftung Lauerzersee (Pius Kühne, Badstrasse 7, 6423 Seewen, Tel.: 041 811 46 26)	
Hopfräben, 5	kantonal geschütztes Flachmoor, ANJF, Kanton Schwyz	
Klosterweiher, 6	kantonal geschütztes Flachmoor, ANJF, Kanton Schwyz	Institut Ingenbohl, Klosterstr. 10, 6440 Ingenbohl
Wilten, 4	Stefan Schilter, Rotacher, 6440 Ingenbohl	Stefan Schilter, Rotacher, 6440 Ingenbohl

## B: Aufnahme-Tabellen

In den folgenden Tabellen sind Details sämtlicher, während der beiden Aufnahmen gefangener, Gelbbauchunken des Untersuchungsgebiets aufgeführt. Die einzelnen Tiere sind dabei anhand ihrer Individuenummer geordnet. Der Beginn der zweiten Aufnahme ist in der Tabelle rot markiert.

Individuum-Nr.	Standort	Standort-Nr.	Datum	Begehung	Genetischer Abstrich	Wiederaufnahme
1	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	ja	
2	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	ja	
3	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	ja	
4	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	ja	
5	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	ja	
6	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	ja	
7	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	ja	
8	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	ja	
9	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	ja	
10	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	ja	
11	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	ja	
12	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	ja	
13	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	ja	
14	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	ja	
15	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	ja	
16	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	ja	
17	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	ja	
18	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	ja	
19	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	ja	
20	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	ja	
21	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	ja	
22	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	ja	
23	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	ja	
24	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	ja	
25	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	ja	
26	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	ja	
27	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	ja	
28	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	ja	
29	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	ja	
30	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	ja	
31	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	nein	
32	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	nein	
33	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	nein	
34	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	nein	

Individuum-Nr.	Standort	Standort-Nr.	Datum	Begehung	Genetischer Abstrich	Wiederfang
35	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	nein	
36	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	nein	
38	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	nein	
39	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	nein	
40	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	nein	
41	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	nein	
42	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	nein	
43	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	nein	
44	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	nein	
45	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	nein	
46	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	nein	
47	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	nein	
48	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	nein	
49	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	nein	
50	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	nein	
51	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	nein	
52	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	nein	
53	Hinter Ibach	8	03.07.2012	1	nein	
54	Hasenbühl	15	09.07.2012	1	ja	
55	Hasenbühl	15	09.07.2012	1	ja	
56	Hasenbühl	15	09.07.2012	1	ja	
57	Hasenbühl	15	09.07.2012	1	ja	
58	Hasenbühl	15	09.07.2012	1	ja	
59	Hasenbühl	15	09.07.2012	1	ja	
60	Chrummriedmatt	14	09.07.2012	1	ja	
61	Rossmatt	11	09.07.2012	1	ja	
62	Zivilschutzanlage	12	10.07.2012	1	ja	
63	Zivilschutzanlage	12	10.07.2012	1	ja	
64	Zivilschutzanlage	12	10.07.2012	1	ja	
65	Zivilschutzanlage	12	10.07.2012	1	ja	
66	Zivilschutzanlage	12	10.07.2012	1	ja	
67	Zivilschutzanlage	12	10.07.2012	1	ja	
68	Zivilschutzanlage	12	10.07.2012	1	ja	
69	Zivilschutzanlage	12	10.07.2012	1	ja	
70	Zivilschutzanlage	12	10.07.2012	1	ja	
71	Zivilschutzanlage	12	10.07.2012	1	ja	
72	Zivilschutzanlage	12	10.07.2012	1	ja	
73	Zivilschutzanlage	12	10.07.2012	1	ja	
74	Zivilschutzanlage	12	10.07.2012	1	ja	
75	Zivilschutzanlage	12	10.07.2012	1	ja	
76	Zivilschutzanlage	12	10.07.2012	1	ja	
77	Zivilschutzanlage	12	10.07.2012	1	ja	
78	Zivilschutzanlage	12	10.07.2012	1	ja	

Individuum-Nr.	Standort	Standort-Nr.	Datum	Begehung	Genetischer Abstrich	Wiederaufnahme
79	Zivilschutzanlage	12	10.07.2012	1	ja	
80	Zivilschutzanlage	12	10.07.2012	1	ja	
81	Wilten	4	11.07.2012	1	ja	
82	Wilten	4	11.07.2012	1	ja	
83	Wilten	4	11.07.2012	1	ja	
84	Wilten	4	11.07.2012	1	ja	
85	Wilten	4	11.07.2012	1	ja	
86	Wilten	4	11.07.2012	1	ja	
87	Wilten	4	11.07.2012	1	ja	
88	Wilten	4	11.07.2012	1	ja	
89	Wilten	4	11.07.2012	1	ja	
90	Wilten	4	11.07.2012	1	ja	
91	Wilten	4	11.07.2012	1	ja	
92	Wilten	4	11.07.2012	1	ja	
93	Wilten	4	11.07.2012	1	ja	
94	Wilten	4	11.07.2012	1	ja	
95	Wilten	4	11.07.2012	1	ja	
96	Wilten	4	11.07.2012	1	ja	
97	Wilten	4	11.07.2012	1	ja	
98	Wilten	4	11.07.2012	1	ja	
99	Wilten	4	11.07.2012	1	ja	
100	Wilten	4	11.07.2012	1	ja	
101	Wilten	4	11.07.2012	1	nein	
102	Wilten	4	11.07.2012	1	nein	
103	Wilten	4	11.07.2012	1	nein	
104	Wilten	4	11.07.2012	1	nein	
105	Wilten	4	11.07.2012	1	nein	
106	Wilten	4	11.07.2012	1	nein	
107	Wilten	4	11.07.2012	1	nein	
108	Wilten	4	11.07.2012	1	nein	
109	Wilten	4	11.07.2012	1	nein	
110	Wilten	4	11.07.2012	1	nein	
111	Nägeli	2	12.07.2012	1	ja	
112	Nägeli	2	12.07.2012	1	ja	
113	Nägeli	2	12.07.2012	1	ja	
114	Nägeli	2	12.07.2012	1	ja	
115	Nägeli	2	12.07.2012	1	ja	
116	Nägeli	2	12.07.2012	1	ja	
117	Nägeli	2	12.07.2012	1	ja	
118	Nägeli	2	12.07.2012	1	ja	
119	Nägeli	2	12.07.2012	1	ja	
120	Nägeli	2	12.07.2012	1	ja	
121	Nägeli	2	12.07.2012	1	ja	

Individuum-Nr.	Standort	Standort-Nr.	Datum	Begehung	Genetischer Abstrich	Wiederfang
122	Nägeli	2	12.07.2012	1	ja	
123	Nägeli	2	12.07.2012	1	ja	
124	Nägeli	2	12.07.2012	1	ja	
125	Nägeli	2	12.07.2012	1	ja	
126	Nägeli	2	12.07.2012	1	ja	
127	Nägeli	2	12.07.2012	1	ja	
128	Nägeli	2	12.07.2012	1	ja	
129	Nägeli	2	12.07.2012	1	ja	
130	Nägeli	2	12.07.2012	1	ja	
131	Nägeli	2	12.07.2012	1	ja	
132	Nägeli	2	12.07.2012	1	ja	
133	Nägeli	2	12.07.2012	1	ja	
134	Zingel	1	13.07.2012	1	ja	
135	Zingel	1	13.07.2012	1	ja	
136	Zingel	1	13.07.2012	1	ja	
137	Zingel	1	13.07.2012	1	ja	
138	Zingel	1	13.07.2012	1	ja	
139	Zingel	1	13.07.2012	1	ja	
140	Zingel	1	13.07.2012	1	ja	
141	Zingel	1	13.07.2012	1	ja	
142	Zingel	1	13.07.2012	1	ja	
143	Zingel	1	13.07.2012	1	ja	
144	Zingel	1	13.07.2012	1	ja	
145	Zingel	1	13.07.2012	1	ja	
146	Zingel	1	13.07.2012	1	ja	
147	Zingel	1	13.07.2012	1	ja	
148	Zingel	1	13.07.2012	1	ja	
149	Zingel	1	13.07.2012	1	ja	
150	Zingel	1	13.07.2012	1	ja	
151	Hopfräben	5	13.07.2012	1	ja	
152	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	ja	
153	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	ja	
154	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	ja	
155	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	ja	
156	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	ja	
157	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	ja	
158	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	ja	
159	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	ja	
160	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	ja	
161	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	ja	
162	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	ja	
163	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	ja	
164	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	

Individuum-Nr.	Standort	Standort-Nr.	Datum	Begehung	Genetischer Abstrich	Wiederfang
165	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
166	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
167	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
168	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
169	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
170	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
171	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
172	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
173	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
174	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
175	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
176	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
177	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
178	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
179	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
180	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
181	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
182	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
183	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
184	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
185	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
186	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
187	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
188	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
189	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
190	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
191	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
192	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
193	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
194	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
195	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
196	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
197	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
198	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
199	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
200	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
201	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
202	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
203	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
204	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
205	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
206	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
207	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	

Individuum-Nr.	Standort	Standort-Nr.	Datum	Begehung	Genetischer Abstrich	Wiederfang
208	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
209	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
210	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
211	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
212	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
213	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
214	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
215	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
216	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
217	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
218	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
219	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
220	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
221	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
222	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
223	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
224	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
225	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
226	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
227	Unterschönenbuch	7	16.07.2012	1	nein	
228	Brunniberg	3	17.07.2012	1	ja	
229	Brunniberg	3	17.07.2012	1	ja	
230	Brunniberg	3	17.07.2012	1	ja	
231	Brunniberg	3	17.07.2012	1	ja	
232	Brunniberg	3	17.07.2012	1	ja	
233	Brunniberg	3	17.07.2012	1	ja	
234	Brunniberg	3	17.07.2012	1	ja	
235	Brunniberg	3	17.07.2012	1	ja	
236	Brunniberg	3	17.07.2012	1	ja	
237	Brunniberg	3	17.07.2012	1	nein	
238	Brunniberg	3	17.07.2012	1	nein	
239	Brunniberg	3	17.07.2012	1	nein	
240	Brunniberg	3	17.07.2012	1	nein	
241	Brunniberg	3	17.07.2012	1	nein	
242	Brunniberg	3	17.07.2012	1	nein	
243	Brunniberg	3	17.07.2012	1	nein	
244	Brunniberg	3	17.07.2012	1	nein	
245	Brunniberg	3	17.07.2012	1	nein	
246	Brunniberg	3	17.07.2012	1	nein	
247	Brunniberg	3	17.07.2012	1	nein	
248	Brunniberg	3	17.07.2012	1	nein	
249	Brunniberg	3	17.07.2012	1	nein	
250	Brunniberg	3	17.07.2012	1	nein	

Individuum-Nr.	Standort	Standort-Nr.	Datum	Begehung	Genetischer Abstrich	Wiederfang
251	Brunniberg	3	17.07.2012	1	nein	
252	Brunniberg	3	17.07.2012	1	nein	
253	Brunniberg	3	17.07.2012	1	nein	
254	Brunniberg	3	17.07.2012	1	nein	
255	Brunniberg	3	17.07.2012	1	nein	
256	Brunniberg	3	17.07.2012	1	nein	
257	Brunniberg	3	17.07.2012	1	nein	
259	Hasenbühl	15	17.07.2012	2	nein	WF (57)
260	Hasenbühl	15	17.07.2012	2	nein	
261	Chrummriedmatt	14	17.07.2012	2	nein	
262	Chrummriedmatt	14	17.07.2012	2	nein	
263	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
264	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
265	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
266	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	WF (5)
267	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
268	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
269	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
270	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
271	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
272	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
273	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
274	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
275	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
276	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
277	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
278	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
279	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
280	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
281	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	WF (38)
282	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	WF (49)
283	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
284	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
285	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
286	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
287	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
288	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
289	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
290	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
291	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
292	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
293	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	WF (45)
294	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	WF (52)

Individuum-Nr.	Standort	Standort-Nr.	Datum	Begehung	Genetischer Abstrich	Wiederfang
295	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	WF (32)
296	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
297	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	WF (46)
298	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	WF (41)
299	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
300	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
301	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	WF (20)
302	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
303	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	WF (31)
304	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
305	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
306	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
307	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	WF (39)
308	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
309	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	WF (17)
310	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	WF (12)
311	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	WF (50)
312	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
313	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
314	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	WF (26)
315	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
316	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
317	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
318	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
319	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	WF (33)
320	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
321	Hinter Ibach	8	18.07.2012	2	nein	
322	Zivilschutzanlage	12	23.07.2012	2	ja	WF (65)
323	Zivilschutzanlage	12	23.07.2012	2	ja	WF (70)
324	Zivilschutzanlage	12	23.07.2012	2	ja	
325	Zivilschutzanlage	12	23.07.2012	2	ja	
326	Zivilschutzanlage	12	23.07.2012	2	ja	WF (74)
327	Zivilschutzanlage	12	23.07.2012	2	ja	WF (72)
328	Zivilschutzanlage	12	23.07.2012	2	ja	WF (73)
329	Zivilschutzanlage	12	23.07.2012	2	ja	WF (77)
330	Zivilschutzanlage	12	23.07.2012	2	ja	WF (68)
331	Zivilschutzanlage	12	23.07.2012	2	ja	
332	Zivilschutzanlage	12	23.07.2012	2	ja	WF (79)
333	Zivilschutzanlage	12	23.07.2012	2	ja	WF (67)
334	Zivilschutzanlage	12	23.07.2012	2	ja	WF (63)
335	Zivilschutzanlage	12	23.07.2012	2	ja	WF (75)
336	Rossmatt	11	23.07.2012	2	ja	WF (61)
337	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	ja	

Individuum-Nr.	Standort	Standort-Nr.	Datum	Begehung	Genetischer Abstrich	Wiederfang
338	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	ja	
339	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	ja	
340	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	ja	WF (189)
341	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	ja	
342	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	ja	
343	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	ja	
344	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	ja	WF (163)
345	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	ja	WF (172)
346	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	ja	
347	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	ja	WF (167)
348	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	ja	
349	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	ja	
350	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	ja	
351	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	WF (155)
352	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
353	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
354	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
355	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
356	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
357	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	WF (171)
358	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
359	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
360	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
361	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
362	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
363	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	WF (210)
364	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
365	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
366	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
367	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
368	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
369	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
370	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
371	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
372	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
373	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
374	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
375	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
376	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	WF (226)
377	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
378	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
379	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
380	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	WF (222)

Individuum-Nr.	Standort	Standort-Nr.	Datum	Begehung	Genetischer Abstrich	Wiederfang
381	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
382	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
383	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
384	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	WF (212)
385	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
386	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
387	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
388	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
389	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
390	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	WF (220)
391	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
392	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
393	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
394	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
395	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
396	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
397	Unterschönenbuch	7	24.07.2012	2	nein	
398	Nägeli	2	24.07.2012	2	ja	
399	Nägeli	2	24.07.2012	2	ja	
400	Nägeli	2	24.07.2012	2	ja	
401	Nägeli	2	24.07.2012	2	ja	
402	Nägeli	2	24.07.2012	2	ja	
403	Nägeli	2	24.07.2012	2	ja	
404	Nägeli	2	24.07.2012	2	ja	
405	Nägeli	2	24.07.2012	2	ja	
406	Nägeli	2	24.07.2012	2	ja	
407	Nägeli	2	24.07.2012	2	ja	
408	Nägeli	2	24.07.2012	2	nein	
409	Nägeli	2	24.07.2012	2	nein	
410	Nägeli	2	24.07.2012	2	nein	
411	Nägeli	2	24.07.2012	2	nein	
412	Nägeli	2	24.07.2012	2	nein	
413	Nägeli	2	24.07.2012	2	nein	WF (120)
414	Nägeli	2	24.07.2012	2	nein	
415	Nägeli	2	24.07.2012	2	nein	
416	Nägeli	2	24.07.2012	2	nein	
417	Nägeli	2	24.07.2012	2	nein	
418	Nägeli	2	24.07.2012	2	nein	
419	Nägeli	2	24.07.2012	2	nein	
420	Nägeli	2	24.07.2012	2	nein	WF (112)
421	Nägeli	2	24.07.2012	2	nein	
422	Nägeli	2	24.07.2012	2	nein	
423	Nägeli	2	24.07.2012	2	nein	

Individuum-Nr.	Standort	Standort-Nr.	Datum	Begehung	Genetischer Abstrich	Wiederfang
424	Nägeli	2	24.07.2012	2	nein	
425	Nägeli	2	24.07.2012	2	nein	
426	Nägeli	2	24.07.2012	2	nein	
427	Nägeli	2	24.07.2012	2	nein	
428	Nägeli	2	24.07.2012	2	nein	
429	Nägeli	2	24.07.2012	2	nein	
430	Nägeli	2	24.07.2012	2	nein	
431	Nägeli	2	24.07.2012	2	nein	
432	Nägeli	2	24.07.2012	2	nein	
433	Nägeli	2	24.07.2012	2	nein	
434	Nägeli	2	24.07.2012	2	nein	
435	Nägeli	2	24.07.2012	2	nein	WF (111)
436	Zingel	1	25.07.2012	2	ja	
437	Zingel	1	25.07.2012	2	ja	WF (136)
438	Zingel	1	25.07.2012	2	ja	WF (134)
439	Zingel	1	25.07.2012	2	ja	WF (143)
440	Zingel	1	25.07.2012	2	ja	WF (137)
441	Zingel	1	25.07.2012	2	ja	
442	Zingel	1	25.07.2012	2	ja	WF (145)
443	Zingel	1	25.07.2012	2	ja	WF (149)
444	Zingel	1	25.07.2012	2	ja	WF (146)
445	Zingel	1	25.07.2012	2	ja	
446	Zingel	1	25.07.2012	2	ja	WF (138)
447	Zingel	1	25.07.2012	2	ja	WF (150)
448	Zingel	1	25.07.2012	2	ja	WF (141)
449	Zingel	1	25.07.2012	2	ja	WF (140)
450	Zingel	1	25.07.2012	2	nein	
451	Brunniberg	3	27.07.2012	2	ja	WF (242)
452	Brunniberg	3	27.07.2012	2	ja	WF (240)
453	Brunniberg	3	27.07.2012	2	ja	WF (256)
454	Brunniberg	3	27.07.2012	2	ja	WF (247)
455	Brunniberg	3	27.07.2012	2	ja	
456	Brunniberg	3	27.07.2012	2	ja	WF (237)
457	Brunniberg	3	27.07.2012	2	ja	WF (232)
458	Brunniberg	3	27.07.2012	2	ja	
459	Brunniberg	3	27.07.2012	2	ja	WF (238)
460	Brunniberg	3	27.07.2012	2	ja	WF (248)
461	Brunniberg	3	27.07.2012	2	ja	WF (249)
462	Brunniberg	3	27.07.2012	2	ja	WF (239)
463	Brunniberg	3	27.07.2012	2	ja	WF (241)
464	Brunniberg	3	27.07.2012	2	ja	
465	Brunniberg	3	27.07.2012	2	ja	WF (253)
466	Brunniberg	3	27.07.2012	2	ja	WF (243)

Individuum-Nr.	Standort	Standort-Nr.	Datum	Begehung	Genetischer Abstrich	Wiederfang
467	Brunniberg	3	27.07.2012	2	nein	WF (235)
468	Brunniberg	3	27.07.2012	2	nein	WF (254)
469	Brunniberg	3	27.07.2012	2	nein	
470	Brunniberg	3	27.07.2012	2	nein	WF (250)
471	Brunniberg	3	27.07.2012	2	nein	WF (245)
472	Brunniberg	3	27.07.2012	2	nein	WF (252)
473	Brunniberg	3	27.07.2012	2	nein	WF (236)
474	Brunniberg	3	27.07.2012	2	nein	WF (257)
475	Brunniberg	3	27.07.2012	2	nein	
476	Brunniberg	3	27.07.2012	2	nein	WF (244)
477	Brunniberg	3	27.07.2012	2	nein	WF (229)
478	Brunniberg	3	27.07.2012	2	nein	WF (231)
479	Brunniberg	3	27.07.2012	2	nein	WF (230)
480	Brunniberg	3	27.07.2012	2	nein	
481	Wilen	4	27.07.2012	2	nein	
482	Wilen	4	27.07.2012	2	nein	
483	Wilen	4	27.07.2012	2	nein	
484	Wilen	4	27.07.2012	2	nein	
485	Wilen	4	27.07.2012	2	nein	
486	Wilen	4	27.07.2012	2	nein	WF (110)
487	Wilen	4	27.07.2012	2	nein	
488	Wilen	4	27.07.2012	2	nein	
489	Wilen	4	27.07.2012	2	nein	
490	Wilen	4	27.07.2012	2	nein	
491	Wilen	4	27.07.2012	2	nein	
492	Wilen	4	27.07.2012	2	nein	
493	Wilen	4	27.07.2012	2	nein	WF (88)
494	Wilen	4	27.07.2012	2	nein	
495	Wilen	4	27.07.2012	2	nein	
496	Wilen	4	27.07.2012	2	nein	

## **C: Foto-Tabellen**

Auf den nun folgenden Seiten sind die Fotos der Bauchmuster aller gefangenen Gelbbauchunken abgebildet und beschriftet. Die Reihenfolge der Fotos richtet sich nach den Individuennummern und entspricht der des Anhangs B. Der Beginn der zweiten Aufnahme ist grün Markiert. Wiederfänge während der zweiten Aufnahme wurden jeweils mit beiden zutreffenden Nummern beschriftet (Bsp. 354=15).



01



02



03



04



05



06



07



08



09



10



11



12



13



14



15



16



17



18



19



20



21



22



23



24



25



26



27



28



29



30



31



32



33



34



35



36



38



39



40



41



42



43



44



45



46



47



48



49



50



51



52



53



54



55



56



57



58



59



60



61



62



63



64



65



66



67



68



69



70



71



72



73



74



75



76



77



78



79



80



81



82



83



84



85



86



87



88



89



90



91



92



93



94



95



96



97



98



99



100



101



102



103



104



105



106



107



108



109



110



111



112



113



114



115



116



117



118



119



120



121



122



123



124



125



126



127



128



129



130



131



132



133



134



135



136



137



138



139



140



141



142



143



144



145



146



147



148



149



150



151



152



153



154



155



156



157



158



159



160



161



162



163



164



165



166



167



168



169



170



171



172



173



174



175



176



177



178



179



180



181



182



183



184



185



186



187



188



189



190



191



192



193



194



195



196



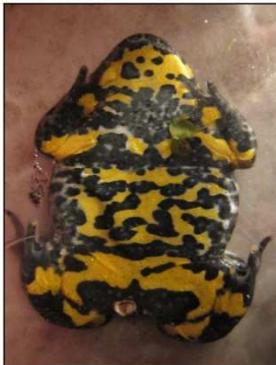
197



198



199



200



201



202



203



204



205



206



207



208



209



210



211



212



213



214



215



216



217



218



219



220



221



222



223



224



225



226



227



228



229



230



231



232



233



234



235



236



237



238



239



240



241



242



243



244



245



246



247



248



249



250



251



252



253



254



255



256



257



Beginn 2. Begehung  
259 = 57



260



261



262



263



264



265



266 = 5



267



268



269



270



271



272



273



274



275



276



277



278



279



280



281 = 38



282 = 49



283



284



285



286



287



288



289



290



291



292



293 = 45



294 = 52



295 = 32



296



297 = 46



298 = 41



299



300



301 = 20



302



303 = 31



304



305



306



307 = 39



308



309 = 17



310 = 12



311 = 50



312



313



314 = 26



315



316



317



318



319 = 33



320



321



322 = 65



323 = 70



324



325



326 = 74



327 = 72



328 = 73



329 = 77



330 = 68



331



332 = 79



333 = 67



334 = 63



335 = 75



336 = 61



337



338



339



340 = 189



341



342



343



344 = 163



345 = 172



346



347 = 167



348



349



350



351 = 155



352



353



354



355



356



357 = 171



358



359



360



361



362



363 = 210



364



365



366



367



368



369



370



371



372



373



374



375



376 = 226



377



378



379



380 = 222



381



382



383



384 = 212



385



386



387



388



389



390 = 220



391



392



393



394



395



396



397



398



399



400



401



402



403



404



405



406



407



408



409



410



411



412



413 = 120



414



415



416



417



418



419



420 = 112



421



422



423



424



425



426



427



428



429



430



431



432



433



434



435 = 111



436



437 = 136



438 = 134



439 = 143



440 = 137



441



442 = 145



443 = 149



444 = 146



445



446 = 138



447 = 150



448 = 141



449 = 140



450



451 = 242



452 = 240



453 = 256



454 = 247



455



456 = 237



457 = 232



458



459 = 238



460 = 248



461 = 249



462 = 293



463 = 241



464



465 = 253



466 = 243



467 = 235



468 = 254



469



470 = 250



471 = 245



472 = 252



473 = 236



474 = 257



475



476 = 244



477 = 229



478 = 231



479 = 230



480



481



482



483



484



485



486 = 110



487



488



489



490



491



492



493 = 88



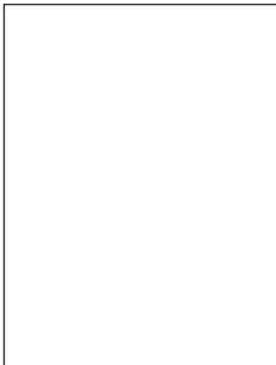
494



495



496



**D: Aufgabenstellung**

	<b>Aufgabenstellung für die Projekt-, Literatur-, Semester-, Bachelorarbeit und Master Thesis</b>	Code: F235-01a Seite: 132 / 144 Datum: 13.02.2012
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------

Institut für Umwelt und natürliche Ressourcen

Modul: Bachelorarbeit

<b>Studienjahrgang</b>		SBUI 09
<b>Titel</b>		Untersuchung von Populationsgrösse und Dispersionsverhalten der Gelbbauchunken-Population im Talkessel Schwyz-Ingenbohl
<b>Vertraulich</b>		<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein
<b>Fachgebiet</b>		Naturmanagement
<b>Namen</b>	StudentIn	Martin Jordan
	1. KorrektorIn	Patrik Wiedemeier Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften Wädenswil Gruental, Postfach 8820 Wädenswil <a href="mailto:wipa@zhaw.ch">wipa@zhaw.ch</a>
	2. KorrektorIn	Dr. Benedikt Schmidt Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz, KARCH  Passage Maximilien-de-Meuron 6 2000 Neuchâtel Tel: 032 725 72 07 benedikt.schmidt@unine.ch

<p><b>Aufgabenstellung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ausgangslage</b></li> <li>• <b>Zielsetzungen</b></li> <li>• <b>Zusätzliche Auftragsmodalitäten</b></li> </ul>	<p><b>Ausgangslage</b></p> <p>Die Gelbbauchunke <i>Bombina variegata</i> ist eine Pionierart, welche in der Schweiz als stark gefährdet eingestuft wird. Gerade bei den Amphibienarten, welche temporäre Gewässer bewohnen war in jüngster Vergangenheit ein starker Bestandsrückgang zu verzeichnen. Die Gründe dafür liegen vor allem beim Verlust der ursprünglichen natürlichen Lebensräume wie Auen, Rutschhänge, Flusstäler und Riedgebiete. Diese sind durch die landwirtschaftliche Nutzung und Flussverbauungen stark zurückgegangen. So besiedeln die Unken in der Kulturlandschaft häufig neu entstandene oder gestörte Lebensräume wie Radspuren, Abbaugelände und Deponiegelände mit temporären Feuchtstellen.</p> <p>Der Talkessel Schwyz-Ingenbohl beherbergt das grösste Unken-Vorkommen der Innerschweiz, welches auf 10 nennenswerte Standorte verteilt ist. Hier wurde im Rahmen der Bachelorarbeit von Daniel Hasen im Sommer 2011 eine Bestandserhebung mit Hilfe der Fang-Wiederfangmethode durchgeführt. Dabei wurde jeder Standort dreimal nachts aufgenommen. Durch Fotos der individuellen Bauchmusterung der Unken war es möglich einzelne Exemplare wieder zu erkennen.</p> <p>Die Resultate der einzelnen Standorte zeigten teils hohe bis sehr hohe Individuenzahlen. Allerdings konnten keine Wanderbewegungen zwischen den einzelnen Standorten nachgewiesen werden.</p> <p>Diese Tatsache könnte sich durch das Vernetzungsprojekt „Vernetzung Gelbbauchunke Schwyz-Ingenbohl“ inzwischen geändert haben. Im Rahmen dieses Projekts, welches Ende 2011 fertig gestellt wurde, wurden 12 neue Gewässerkomplexe geschaffen. Diese sollen einen Individuen-Austausch zwischen den bestehenden Standorten ermöglichen und somit die Stabilität der Metapopulation fördern.</p> <p><b>Zielsetzung</b></p> <p>In dieser Bachelorarbeit wird erneut eine Bestandserhebung des Unken-Vorkommens im Talkessel Schwyz-Ingenbohl durchgeführt. Dabei werden die ursprünglichen 10 Standorte, sowie die durch das Vernetzungsprojekt „Vernetzung Gelbbauchunke Schwyz-Ingenbohl“ geschaffenen Gewässerkomplexe aufgenommen.</p> <p>Mit Hilfe der Resultate von Daniel Hasen (Bachelorarbeit 2011) können so die Veränderungen der Populationsgrössen festgestellt werden. Im Fokus der Arbeit stehen das Dispersionsverhalten der Unken zwischen den Gewässern und die Erfassung der Populationsgrössen im 2012. Dabei ist zu klären ob die Vernetzung der einzelnen Populationen durch die neuen Gewässerkomplexe bereits erste Erfolge verzeichnen konnte. In diesem Sinne ist das Augenmerk speziell auf Zu- und Abgänge und den Austausch von einzelnen Individuen gerichtet. Geplant ist eine zweimalige Begehung sämtlicher Standorte. Dabei werden, gemäss den Methoden von Daniel Hasen, die Bauchseiten der gefangenen Unken fotografiert und später miteinander verglichen. Wo es die Fangzahlen erlauben wird die Populationsgrösse mittels Lincoln-Index berechnet. Um in Zukunft weitere Erfolgskontrollen zu ermöglichen wird ausserdem bei jeder gefangenen Unke ein Mundschleimhautabstrich durchgeführt. Durch diese Massnahme wird es zu einem späteren Zeitpunkt möglich, durch genetische Analysen die Interaktion der verschiedenen Subpopulation zu untersuchen. Schliesslich werden die Distanzen, sowie mögliche Hindernisse und Trittsteine zwischen den einzelnen Gewässern genauer analysiert. Dadurch lassen sich die Wanderaktivitäten der Unken besser interpretieren.</p> <p><b>Zusätzliche Auftragsmodalitäten</b></p> <p>Erwartete Resultate</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bachelorarbeit, gem. Weisungen ZHAW</li> <li>▪ Präsentation und Poster</li> </ul>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Inhaltsverzeichnis**Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung (deutsch und englisch)

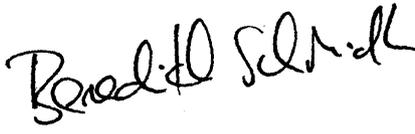
Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung
2. Grundlagen
  - 2.1. Untersuchungsgebiet
    - 2.1.1. Ursprüngliche Gewässer
    - 2.1.2. Gewässer des Vernetzungsprojekts
  - 2.2. Bestehende Untersuchungen
    - 2.2.1. Populationsgrössen
    - 2.2.2. Migration
  - 2.3. Die Gelbbauchunke
    - 2.3.1. Artbeschreibung
    - 2.3.2. Raumnutzung
    - 2.3.3. Populationsbiologie
3. Material und Methoden
  - 3.1. Begehung
  - 3.2. Fang-Wiederfang-Methode
  - 3.3. Lincoln-Index
  - 3.4. Mundschleimhautabstrich
4. Ergebnisse
  - 4.1. Gesamtes Untersuchungsgebiet
  - 4.2. Populationsgrösse der ursprünglichen Gewässer
    - 4.2.1. Hinter Ibach
    - 4.2.2. Hopfräben
    - 4.2.3. Brunniberg
    - 4.2.4. ....
  - 4.3. Gewässer des Vernetzungsprojekts
    - 4.3.1. ...
    - 4.3.2. ...
  - 4.4. Vergleich mit Erhebung 2011
  - 4.5. Dispersion
    - 4.5.1. Ursprüngliche Gewässer
    - 4.5.2. Gewässer des Vernetzungsprojekts
  - 4.6. Hindernisse und Trittsteine der Vernetzung
5. Diskussion
  - 5.1. Aufnahmemethoden
  - 5.2. Beurteilung der Untersuchungsstandorte
    - 5.2.1. Ursprüngliche Gewässer
    - 5.2.2. Gewässer des Vernetzungsprojekts
  - 5.3. Beurteilung von Hindernissen und Trittsteinen
  - 5.4. Dispersion
  - 5.5. Fazit
  - 5.6. Zukünftige Entwicklung und mögliche Massnahmen

Literatur

Verzeichnis der Bilder

Anhang

<b>Termine</b>	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August
	Aufgabenanalyse							
	Literaturrecherche							
	Versuchsplanung							
	Erste Aufnahme der Standorte							
	Zweite Aufnahme der Standorte							
	Aufnahmeauswertungen							
	Dokumentation							
Besprechungen								
hellgrau = Nebentätigkeit dunkelgrau = Haupttätigkeit								
<b>Abgabetermin</b>	06.09.2012, 12.00 Uhr							
<b>Bemerkungen</b>	Finanzen: <input type="checkbox"/> Nein (es werden keine Kosten entstehen) <input checked="" type="checkbox"/> Ja (gemäss Budgetplan)							
<b>Arbeitsort</b>	ZHAW Wädenswil							
<b>Unterschrift KorrektorIn 1</b> Sternenberg, 13. 2. 2012 	<b>Unterschrift KorrektorIn 2</b> Neuchâtel, 15. 2. 2012 							
<b>Unterschrift StudentIn</b> Ort, Datum _____								

Plagiate verstossen gegen die Urheberrechte, eine Verletzung dieser Rechte wird gemäss der Studien- und Prüfungsordnung für die Bachelorstudiengänge der Hochschule Wädenswil vom 01.09.2006 in § 38, 39 geregelt

# Untersuchung von Bestandesgrösse und Dispersionsverhalten der Gelbbauchunke-Population im Talkessel Schwyz-Ingenbohl

Bachelorarbeit 2012  
 Autor: Martin Jordan  
 Korrektoren: Dipl. phil. II Patrik Wiedemeier, Dr. Benedikt Schmidt

## Einleitung

### Grundlagen

Die Gelbbauchunke (*Bombina variegata*) wird auf der Roten Liste der Schweiz als stark gefährdet (EN) eingestuft (1). Die Ursachen für den Rückgang dieser Pionierart liegen hauptsächlich im Mangel an geeigneten Laichgewässern (2).

Das Untersuchungsgebiet im Talkessel Schwyz-Ingenbohl beherbergt eine Vielzahl geeigneter Unken-Lebensräume. Gemäss der Bestandeserhebung vom Sommer 2011 verfügt das Gebiet über bedeutende Gelbbauchunke-Bestände. Im Rahmen des Projekts "Vernetzung Gelbbauchunken Schwyz-Ingenbohl" wurden darauf hin im Herbst 2011 neun neue Gewässerkomplexe geschaffen, welche den Austausch der zuvor stark isolierten Bestände fördern sollen.

### Fokus der Arbeit

- Bestandeserhebung der bereits im Jahr 2011 aufgenommenen Standorte, sowie der neuen Standorte des Vernetzungsprojekts (total 17 Standorte).
- Untersuchung der Dispersion der Unken in den im Rahmen des Vernetzungsprojekts errichteten Gewässern. Frage: Aus welchen Ursprungsgewässern sind die Unken in die neuen Tümpel migriert?



- Alte Standorte**
1. Steinbruch Zingel
  2. Steinbruch Nägeli
  3. Brunnberg
  4. Wilen
  5. Hopfräben
  6. Klosterweiher
  7. Steinbruch Unterschönenbuch
  8. Hinter Ibach
- Neue Standorte**
9. Schornen
  10. Seemättli
  11. Rossmatt
  12. Zivilschutzanlage
  13. Halten
  14. Chrummiedmat
  15. Hasenbühl
  16. Schachen Ost
  17. Degenberg

Abb. 1: Übersichtsplan des Untersuchungsgebiets mit sämtlichen aufgenommenen Standorten

## Methodik

- Zweimalige Aufnahme der Standorte am Abend bzw. in der Nacht
- Schätzen der Bestandesgrösse mittels der Fang-Wiederfang-Methode, durch das Fotografieren der individuellen Bauchmusterung jeder gefangenen Unke
- Kategorisierung der fotografierten Tiere aufgrund ihrer Brustflecken-Ausprägung (neue Kategorien)
- Entnahme von Speichelproben für spätere Labor-Analyse (Auswertung der Resultate erfolgt im Rahmen späterer Arbeiten)
- Berechnung der Populationsgrössen der Standorte mit Hilfe des Lincoln-Index (nur bei ausreichender Zahl an Wiederfangen)
- Untersuchung der Dispersion anhand des Vergleichs der eigenen Aufnahmen mit jenen von 2011. Beantworten der Frage: Aus welchen Ursprungsgewässern migrierten die gefangenen Gelbbauchunken innerhalb eines Jahres?



Abb. 2: Fotografieren der Bauchmusterung mit Hilfe einer Petri-Schale

## Resultate

### Ergebnisse im Überblick

- 495 gefangene und fotografierte Gelbbauchunken
- 80 Individuen als Wiederfänge identifiziert (Wiederfangquote von 16%)
- Vier der neun neuen Standorte wurden bereits von Gelbbauchunken genutzt. Die Populationsgrösse am Standort Zivilschutzanlage übertraf gar einige ältere Bestände.
- An zwei neuen Standorten konnte eine erfolgreiche Reproduktion nachgewiesen werden.
- Nachweis eines migrierten Tieres aus dem Steinbruch Unterschönenbuch in den 300m weit entfernten Standort Zivilschutzanlage

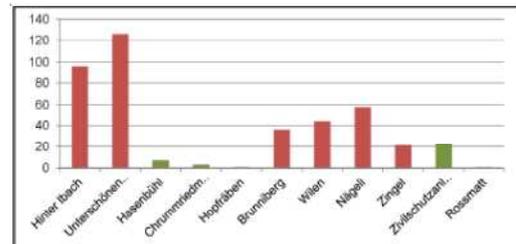


Abb. 3: Total gefangene Individuen (abzüglich Wiederfänge) alter- (rot) und neuer (grün) Standorte (y-Achse = Anzahl Individuen, x-Achse = Standorte)

Standort	Populationsgrössenschätzung nach Lincoln (P)	95% Konfidenzintervall (KI)
Hinter Ibach	195	134 - 256
Unterschönenbuch	421	243 - 599
Brunnberg	38	35 - 41
Zingel	23	19 - 27
Zivilschutzanlage	24	20 - 28

Abb. 4: Schätzung der Populationsgrössen der Standorte mit ausreichend Wiederfangen nach Lincoln (alte Standorte = rot, neuer Standort = grün)

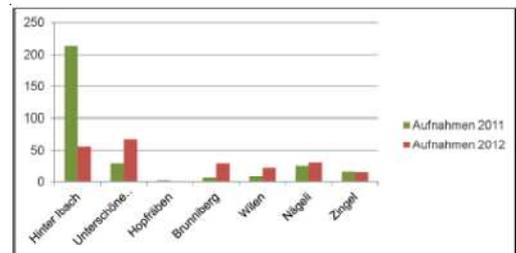


Abb. 5: Vergleich der Aufnahmen 2011 und 2012 anhand des Mittelwerts gefangener Tiere pro Begehung (y-Achse = Anzahl Individuen, x-Achse = Standorte)

## Diskussion

- Der Vergleich der durchgeführten Erhebung 2012 mit jener von 2011 zeigt, dass obwohl die Fangzahlen einzelner Standorte deutlich variieren, die Populationsgrössen insgesamt als weitgehend stabil einzustufen sind. Der unterschiedliche Fangenerfolg an einigen Gewässerkomplexen konnte weitgehend mit den Bedingungen zum Zeitpunkt der Aufnahmen erklärt werden.
- Aufgrund der tiefen Wiederfangquote konnten bei vielen Standorten die effektiven Populationsgrössen nicht geschätzt werden. Sie liegen mit grosser Sicherheit deutlich höher als die Anzahl der dort gefangenen Individuen.
- Die erfolgreiche Besiedlung der neuen Gewässer ist äusserst positiv zu werten. Obwohl nur ein Nachweis für eine Migration erbracht werden konnte, zeigen die Ergebnisse, dass die für die Besiedlung notwendigen Korridore für die neuen Standorte vorhanden sind.
- Trotz der positiven Resultate bestehen zwischen einigen Standorten weiterhin erhebliche Migrationshindernisse. Zudem sind viele Populationen für ihr langfristiges Überleben auf menschliche Eingriffe angewiesen.
- In den nächsten Jahren ist ein weiteres Monitoring der Unken-Populationen sowie die Analyse der während dieser Arbeit gesammelten genetischen Proben