

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

**Untersuchungen zur Abwanderung juveniler Amphibien (Grasfrösche, Erdkröten)
vom Laichgewässer an dem Standort Schlossweiher in Untereggen (SG)**

Semesterarbeit

von

Andreas Seitz

Bachelorstudiengang 2014

Umweltingenieurwesen

Abgabedatum 25.08.2016

Fachkorrektor:

Dr. Alexander Szallies

ZHAW, Institut für Umwelt und natürliche Ressourcen, 8820 Wädenswil

Abstract

An den Gewässern Tschächli/ St. Sebastian (Schänis) und Schlossweiher (Untereggen) wurde das Wanderverhalten juveniler Amphibien mit Hilfe einer quantitativen Abzählmethode untersucht. Dabei wurden, nebst einigen Grasfröschen, (*Rana temporaria*) vor allem Erdkröten (*Bufo bufo*) erfasst. Mit Hilfe von Dichte-Klassen auf ortsbasierenden GIS-Karten wurden die Abwanderungsrichtungen nachvollzogen und durch Beobachtungen während den Feldaufnahmen wurden mögliche Hindernisse und Gefahren analysiert.

Die juvenilen Amphibien wanderten vorwiegend radiär ab, so wurden Juvenile in allen Himmelsrichtungen der untersuchten Gebiete registriert. Eindeutige Richtungsänderungen konnten nur bei Hindernissen, welche aus unterschiedlichen Gründen unüberwindbar waren, beobachtet werden. Dabei stellten vor allem die Geleise im Gebiet des Tschächli-Weiher während trockenen Perioden und die Strassen, beziehungsweise die Wassersteine seitlich der Strassen im Gebiet Schlossweiher, ein Hindernis dar.

Um eine sichere Abwanderung der juvenilen Amphibien zu ermöglichen, sollten geeignete Schutzmassnahmen angewendet werden, wie sie beispielsweise in beiden Untersuchungsgebieten bereits für adulte Tiere existieren.

On the spawning waters Tschächli-Weiher (Schänis) and Schlossweiher (Untereggen) migratory patterns of juvenile amphibians had been studied using quantitative collection method. Thereby, besides to some common frog (*Rana temporaria*), above all, also common toads (*Bufo bufo*) were detected. With the help of density classes on location-based GIS maps, the directions of migration got retraced. In addition, through observations during the field surveys, possible obstacles and hazards have been analysed.

The juvenile amphibians migrated mainly in a radial way, so juveniles were registered in all directions of the studied areas. Distinct changes in direction could only be observed due to obstacles that were insurmountable for various reasons. Especially the railway lines in the area of Tschächli-Weiher during dry periods and the streets with Waterstones in the territory of Schlossweiher turned out to be main obstacles.

To enable secure migration of juvenile amphibians, appropriate protective measures should be applied, like they already exist for adult amphibians in both observed areas.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Material und Methoden.....	7
2.1	Untersuchungsgebiete	7
2.1.1	Naturschutzgebiet Tschächli/ St. Sebastian	7
2.1.2	Schlossweiher	10
2.2	Vorbereitungsarbeiten Gebiet Schlossweiher	13
2.3	Feldaufnahme	14
2.3.1	Naturschutzgebiet Tschächli/ St. Sebastian	14
2.3.2	Schlossweiher	15
2.4	Datenauswertung	16
3	Resultate	17
3.1	Naturschutzgebiet Tschächli/ St. Sebastian	17
3.2	Schlossweiher	21
3.2.1	Beginn der Abwanderung.....	21
3.2.2	Abwanderungsrichtung und Jungtier-Dichten	22
4	Diskussion.....	27
4.1	Naturschutzgebiet Tschächli/ St. Sebastian	27
4.1.1	Methode	27
4.1.2	Ergebnisse	27
4.1.3	Wettereinfluss	28
4.1.4	Abwanderungsrichtung.....	28
4.1.5	Überquerung der Geleise	29
4.1.6	Gefahr durch Spaziergänger	30
4.2	Schlossweiher	30

4.2.1	Methode	30
4.2.2	Resultate	31
5	Schlussfolgerung	36
6	Danksagung	37
	Literaturverzeichnis	38
	Abbildungsverzeichnis	40
	Anhang	42

1 Einleitung

Der Lebenszyklus von Amphibien ist sehr komplex. Während den Entwicklungsstadien sind sie dabei auf aquatische sowie auf terrestrische Lebensräume angewiesen. In der Regel wechseln sie im Frühjahr ans Fortpflanzungsgewässer. Die Erdkröte kann dabei mehrere Kilometer zurücklegen (Meyer et al., 2014).

Die Wanderbewegungen finden zu unterschiedlichen Zeiten statt. Für den Beginn der Frühjahrswanderung sind die passenden Temperaturen (mindestens 4°C), die Feuchtigkeit (oft Regen) und die Lichtverhältnisse (ab Dämmerung) die ausschlaggebenden Umweltfaktoren (Kühnis, 2002).

Laut Schmidt (2011) zeigten verschiedene Studien auf, dass das Überleben der juvenilen Amphibien den Fortbestand der Population bestimmt und eine Erhöhung ihrer Überlebenschance eine grössere Auswirkung auf die Gesamtpopulation hat, als der Schutz von Alttieren. Denn Juvenile wie auch Alttiere sind auf ihren Wanderungen vielen Gefahren ausgesetzt. So hat laut Zoller (2016) der Kontakt von Gülle oder Kunstdünger für die Amphibien tödliche Folgen. Ausserdem ist das Überqueren von Strassen während Wanderaktivitäten sehr gefährlich und endet meist tödlich, wobei mit der Intensivierung des Strassenverkehrs auch die Mortalität zunimmt (Fahrig et al., 1995).

Über die juvenilen Amphibien sowie ihre Fördermassnahmen ist allgemein sehr wenig bekannt, da sie sehr schwierig im Feld zu untersuchen sind (Schmidt, 2011). Laut Geise et al. (2008) wandern die ersten juvenilen Amphibien frühestens ab Ende Mai aus den Laichgewässern ab. Bei ihrer Abwanderung kommt es dabei nicht selten zu Anhäufungen von tausenden Jungtieren, sogenannte Frosch- oder Krötenregen, welche meist unabhängig von der Tageszeit während Niederschlägen oder hoher Luftfeuchtigkeit auftreten.

Amphibien haben unterschiedliche Ablaichzeiten, weshalb zwischen Früh- und Spätlaichern unterschieden wird. Erdkröten und Grasfrösche gehören beide zu den Frühlaichern (Kühnis, 2002), weshalb in dieser Arbeit, aufgrund begrenzter Zeit, ausschliesslich diese beiden Arten untersucht werden.

Durch die Untersuchungen in der vorliegenden Arbeit soll der Beginn der Abwanderung von juvenilen Grasfröschen und Erdkröten bestimmt werden. Weiter sollen die Abwanderungsrichtungen, sowie die Dichten der juvenilen Amphibien in den Untersuchungsgebieten bestimmt und ihr Wanderverhalten nachvollzogen werden. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sollen aufzeigen, ob sich die abwandernden Jungtiere in einer bestimmten Richtung häufen, und wenn möglich sollen Erkenntnisse darüber gewonnen werden, woran sich

die Jungtiere bei ihrer Abwanderung orientieren. Auf Basis dieser Daten werden Überlegungen zu Optimierungen im Bereich des Schutzes von wandernden Juvenilen angestellt.

Die juvenilen Amphibien werden während Feldbegehungen mit Sichtbeobachtungen erfasst, denn nach Geise et al. (2008) sind bei der Jungtiererfassung Geländegänge am Laichgewässer und im Untersuchungsgebiet anderen Bereichen vorzuziehen. Bei den Untersuchungsgebieten handelt es sich um ein Gewässer im Naturschutzgebiet Tschächli/ St. Sebastian in Schänis, Kanton St. Gallen sowie um den Schlossweiher in Untereggen, im Kanton St. Gallen.

2 Material und Methoden

2.1 Untersuchungsgebiete

2.1.1 Naturschutzgebiet Tschächli/ St. Sebastian



Abbildung 1: Untersuchungsgebiet Naturschutzgebiet Tschächli/St. Sebastian, Bildquelle: <https://map.geo.admin.ch>

Das Zielgewässer befindet sich im Naturschutzgebiet Tschächli/ St. Sebastian, welches im südlichen Teil der Gemeinde Schänis liegt (siehe Abbildung 1). Dieses Gebiet gehört zum Bundesinventar der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung – Ortsfeste Objekte (Bundesamt für Landestopografie, 2007). Entstanden ist dieses Gewässer, als Kies für die Bahnlinie Uznach-Ziegelbrücke, welche ostseitig direkt am Naturschutzgebiet entlang verläuft, abgegraben wurde. Das Gewässer besteht aus einem Haupt- und mehreren kleinen Teichen, welche aber nur bei hohem Wasserstand Wasser enthalten. Der Weiher ist flachgründig und der

Wasserspiegel kann aufgrund hoher Schwankungen zwischen weniger als 50 cm und über einem Meter variieren. Der Gewässerboden besteht aus kiesig-steinigem Material und weist nur einen geringen Bewuchs auf. Am westlichen Ufer des Weihers befindet sich ein Schilfgürtel, welcher vollkommen geschlossen ist. Auf dieser Seite grenzt das Naturschutzgebiet direkt an eine landwirtschaftlich genutzte Wiese, wobei der Uferbereich sehr steil ist und an manchen Stellen die Böschung direkt in den Weiher verläuft.

Im Norden und im Süden grenzt das Gewässer an den Wald und ist deshalb relativ stark beschattet. An der gesamten Ostseite entlang verläuft ein Fussgängerweg, welcher durch Wiesenflächen, Wildhecken, Baumstämmen und Asthaufen vom Gewässer abgegrenzt wird (siehe Abbildung 2). Ebenfalls wurde auf dieser Seite eine Holzwand mit Löchern zur Beobachtung der Fauna erstellt. Der



Abbildung 2: Durch Wildhecken und Asthaufen versperrter Zugang zum Ufer, Bildquelle: Lukas Noser

Uferbereich ist im ganzen Gebiet, auf Grund von Schutzmassnahmen, schwer zugänglich (siehe Abbildung 3), da das relativ kleine Naturschutzgebiet möglichst vor ungewünschten Eindringlingen geschützt werden soll (Barandun & Indermaur, 2004).

Der Weiher Tschächli ist eines der einzigen bedeutenden Gewässer seit der Kanalisierung der Linth im Gebiet und das Einzige in der Nähe des Schärerbergs, welches für die Amphibienpopulation wichtig ist. Diese Wichtigkeit hat auch dazu geführt, dass der Weiher in das Inventar der Amphibiengewässer von nationaler Bedeutung (IANB) aufgenommen wurde (Scheidegger, 2016).



Abbildung 3: Luftaufnahme des Naturschutzgebietes. Zeigt die Schutzmassnahmen gegen äussere Störungen auf, Bildquelle: <https://map.geo.admin.ch>

Der Weiher wird hauptsächlich durch das Grundwasser mit Wasser versorgt. Vom Schärerberg her besteht jedoch ein kleiner Entwässerungsgraben, welcher am südlichen Ende in den Weiher einläuft. Zudem besteht im Norden durch den Wald ein zweiter Entwässerungsgraben, der jedoch nur selten Wasser führt (Barandun & Indermaur, 2004).

Im Nordwesten wurden vor wenigen Jahren, als Teil der Linthsanierung (2008-2013), weitere Teiche ausgehoben, die ebenfalls durch das Grundwasser gespeisen werden (Barandun & Indermaur, 2004). Diese befinden sich ebenfalls, wie der Tschächli-Weiher, auf einem ehemaligen Flussbett der Linth. Auch sie sind durch das Grundwasser von starken Wasserpegelschwankungen geprägt. Eine Besiedelung durch Fauna und Flora basiert in diesem Gebiet auf natürliche Weise und ist deswegen zurzeit noch im Aufkommen. Laut Kneitz (1999) hat sich gezeigt, dass ein rasches Ansiedeln von Amphibien auch in landwirtschaftlich stark genutzten Gebieten, wie diesem, möglich ist. Wichtig ist dabei die erreichbare Nähe zu optimalen Lebensräumen (Linthverwaltung, 2014).

Um die Amphibienwanderung der adulten Tiere zu sichern, wird jedes Jahr ein temporärer Schutzzaun entlang der Ziegelbrückstrasse für die Wanderung zum Teich erstellt (siehe Abbildung 4). Während dieser Zeit werden die Amphibien durch Freiwillige des Vereins Schänner Natur mit Hilfe von Eimerfallen gesammelt und anschliessend sicher über die Strasse transportiert. Dabei werden die Tiere gezählt und in Statistiken eingetragen. So wurden beispielsweise im Frühjahr 2016 1183 Grasfrösche (*Rana temporaria*), 1337 Erdkröten (*Bufo bufo*) und 2 Molche (*Salamandra sp.*) gezählt (Trempe, 2016).

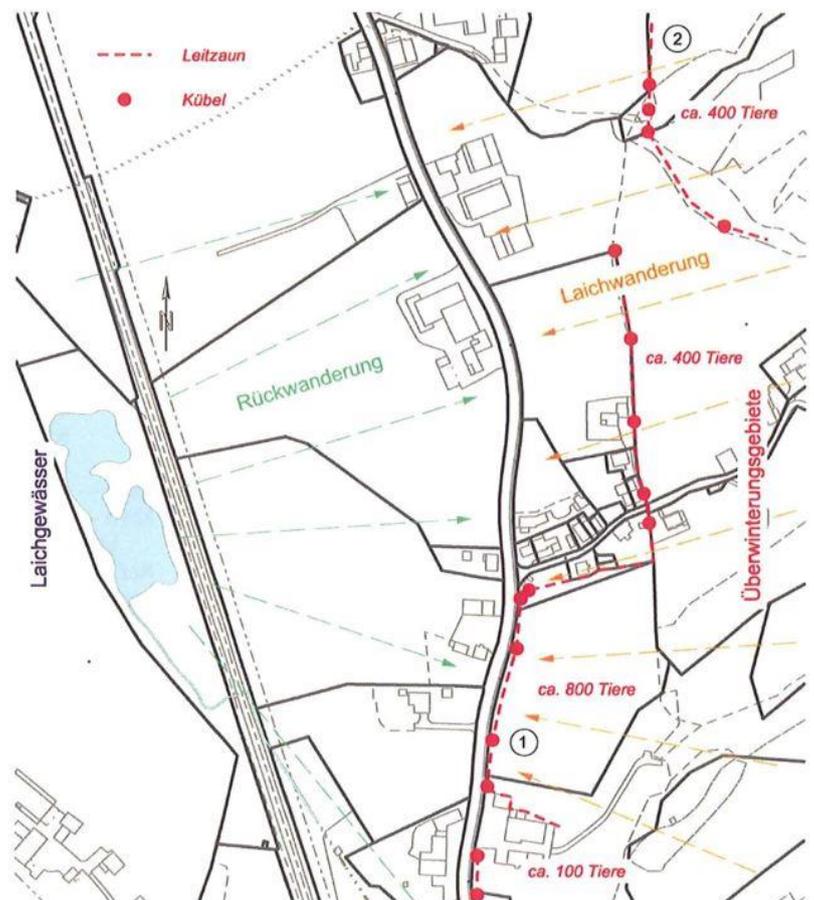


Abbildung 4: Standort Leitzaun und Kübel für die Adulttierwanderung im Frühjahr, zudem sind auf der Karte die Hauptwanderrichtungen vom und zum Laichgewässer dargestellt, Bildquelle: technischer Bericht Vorprojekt Amphibienschutz Schänis

2.1.2 Schlossweiher

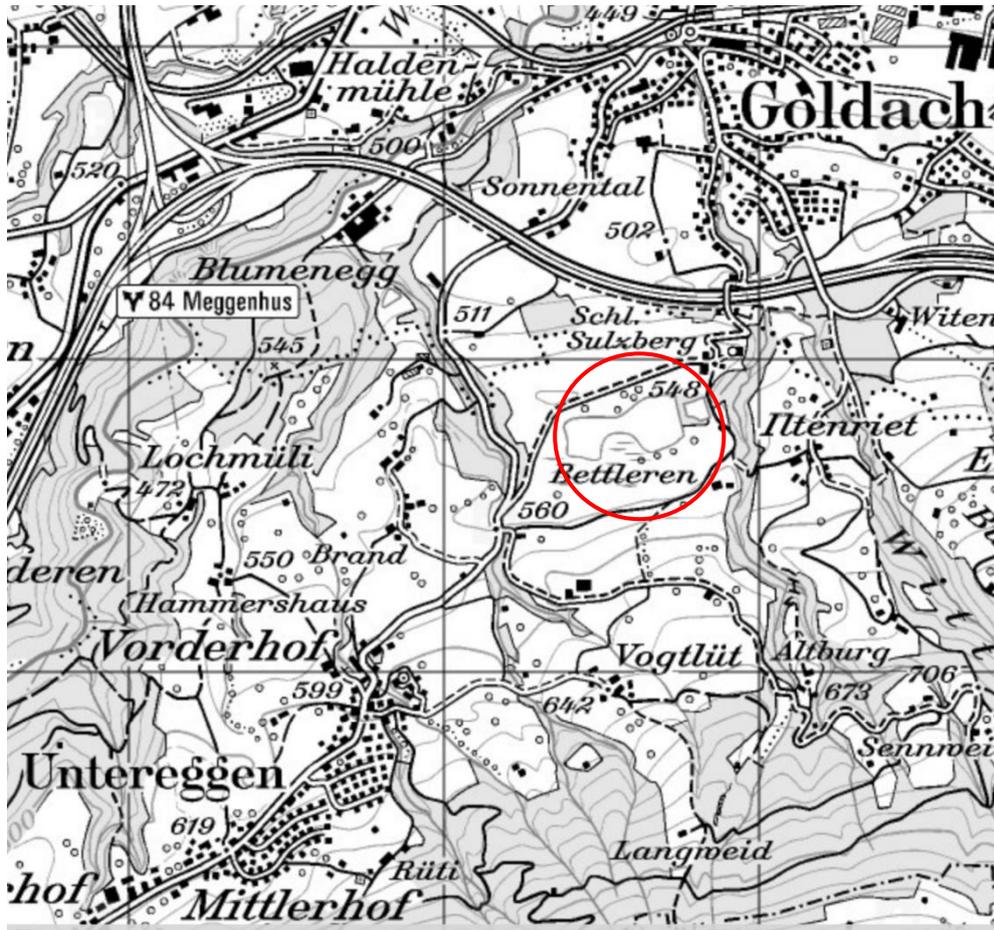


Abbildung 5: Untersuchungsgebiet Schlossweiher in Untereggen, Bildquelle: <https://map.geo.admin.ch>

Das Untersuchungsgebiet liegt in der Gemeinde Untereggen (SG) auf einer Höhe von 548 Meter über Meer. Der Schlossweiher (siehe Abbildung 5 & 6) ist ursprünglich ein randglazialer See, nacheiszeitlich an einer Wallmoräne entstanden und gehört zum Schloss Sulzberg (Amt für Umwelt und Energie, 2011). Es befinden sich zwei weitere kleinere Weiher in diesem Gebiet, deshalb wird oft von den drei Schlossweihern gesprochen (Gemeinde Untereggen, nicht datiert). In dieser Arbeit wird aber lediglich der grösste, 4.8 Hektar grosse und maximal 3.4 Meter tiefe, sowie der benachbarte kleinere Weiher behandelt. Das Wasser der Weiher fliesst in den östlich gelegenen Bettlerenbach ab. Der frühere südliche Zufluss des Büelbachs wurde 2003 umgeleitet, um dem Nährstoffeintrag aus dem Umland entgegenzuwirken. Durch das Anlegen eines 600 Meter langen Entwässerungsgrabens auf der Südseite des Schlossweihers, wird nun das Wasser vom Büelbach, sowie oberflächliches Hangwasser, direkt in den kleinen Weiher beim Schloss gleitet. Die Grösse des Einzugsgebietes beträgt heute 17 Hektaren (Amt für Umwelt und Energie, 2011).



Abbildung 6: Luftaufnahme vom Untersuchungsgebiet Schlossweiher, gibt eine Übersicht darüber, wo sich Waldstreifen, Strassen und Landwirtschaftsflächen befinden, Bildquelle: <https://map.geo.admin.ch>

Die Weiher liegen in einem Landschaftsschutzgebiet, wobei zwei von den drei Weihern auf allen Seiten von Strassen umgeben sind (siehe Abbildung 6). Die am stärksten frequentierte Strasse (Hauptstrasse zwischen Goldach und Untereggen), führt im Westen vorbei. Die Weiher gehören zum Bundesinventar der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung mit der Objektnummer SG 59. Weiter befindet sich ein Flachmoor von nationaler Bedeutung auf der Südseite des grossen Weihers (Amt für Raumentwicklung und Geoinformation SG, 2015).

Den grössten Teil des Einzugsgebiets machen landwirtschaftlich genutzte Wiesen aus (47%) (Amt für Umwelt und Energie, 2011). Diese werden von drei Bewirtschaftern unterhalten. Östlich und westlich der Weiher befinden sich Waldstreifen. Des Weiteren sind einzelne Baumbestände um die Weiher verteilt zu finden und der grösste Weiher ist komplett von einem Schilfgürtel umgeben.

Die Schlossweiher sind ein sehr artenreicher Standort. Der stark gefährdete Teichmolch (*Lissotriton vulgaris*) sowie die gefährdeten Arten Wasserfrösche (*Pelophylax lessonae* und *Pelophylax esculentus*) und Fadenmolch (*Lissotriton helveticus*) kommen vor. Es sind sehr grosse Bestände an Grasfröschen (*Rana temporaria*) und gefährdeten Erdkröten (*Bufo bufo*), als auch grosse Bestände an Bergmolchen (*Ichthyosaura alpestris*) vorhanden (Naturmuseum St. Gallen, 2016). Bei den Sperrenkontrollen wurden 2016 keine Wasserfrösche aufgefunden, dafür aber eine Gelbbauchunke (*Bombina variegata*) (Zoller, 2016). Nach eigenen Beobachtungen befinden sich ebenfalls Fische in den 2 grösseren Weihern.

Im Gebiet der Schlossweiher sind keine stationären Leitsysteme mit Amphibientunneln vorhanden (siehe Abbildung 7), weshalb seit 1973 permanente (siehe Abbildung 9) sowie provisorische Sperren die Amphibien bei ihrer Wanderung zu den Ablaichstellen am Überqueren der Strassen zwischen Goldach und Untereggen hindern (Gemeinde Untereggen, nicht datiert). Seit einigen Jahren hindert ebenfalls eine 400 Meter lange temporäre Rückwandersperr (siehe Abbildung 8) die Amphibien daran, auf ihrer Rückwanderung in den Landlebensraum, die

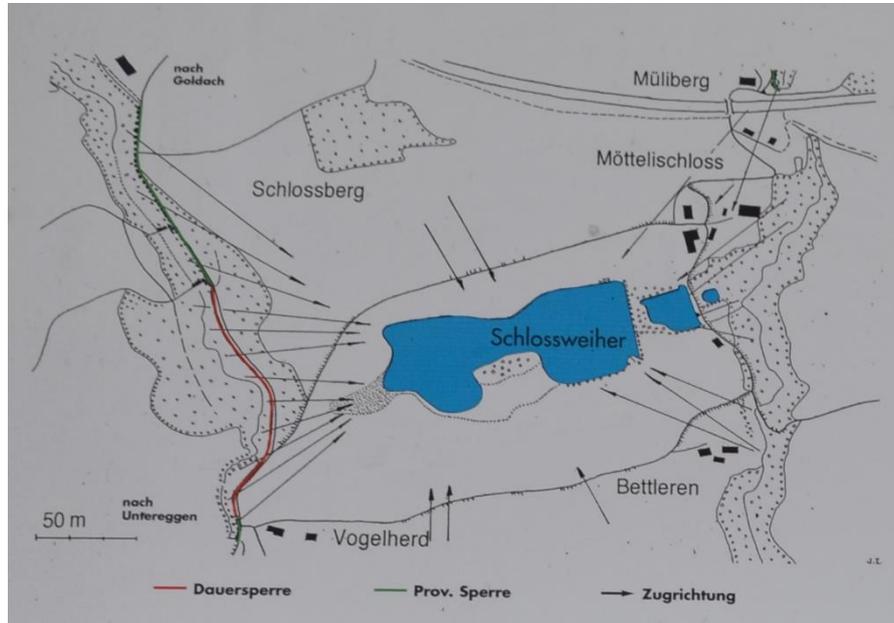


Abbildung 7: Anwanderungsrichtungen der Amphibien und Position der Amphibiensperren im Gebiet Schlossweiher (Infotafel), Bildquelle: Eigene Aufnahme von Andreas Seitz

Strasse zu überqueren. Dank diesen Sperren werden jedes Jahr

tausende Amphibien vor dem Überfahren gerettet und in mühseliger Freiwilligenarbeit sicher über die Strasse gebracht. Diese Schutzmassnahmen sind jedoch nur für Alttiere gedacht, die juvenilen Amphibien werden damit nicht erfasst (Zoller, 2016).



Abbildung 8: Temporäre Rückwandersperr an der Hauptstrasse zwischen Goldach und Untereggen, Bildquelle: Eigene Aufnahme von Andreas Seitz



Abbildung 9: Stationäre Amphibiensperre an der Hauptstrasse zwischen Goldach und Untereggen, Bildquelle: Eigene Aufnahme von Andreas Seitz

2.2 Vorbereitungsarbeiten Gebiet Schlossweiher

Die in dieser Arbeit behandelten Schlossweiher sind fast komplett von landwirtschaftlich genutzten Wiesen umgeben. Hinzu kommt, dass die meisten Erfassungsmethoden, die bei den adulten Tieren angewendet werden, bei juvenilen Amphibien aufgrund ihrer geringen Körpergrösse nicht anwendbar sind (Geise et al., 2008). Eine hochstehende Wiese macht daher ein Auffinden von Jungtieren fast unmöglich.

Damit die Jungtiere trotz hochstehenden Wiesen beobachtet werden konnten und die nötigen Daten zur Beantwortung der Fragestellung gesammelt werden konnten, wurde im Vorfeld ein Konzept entwickelt. Dies beinhaltete, dass vor Beginn der Abwanderung der juvenilen Amphibien an den vielversprechendsten Stellen um den grössten der drei Schlossweiher eine ungefähr einen Meter breite Schneise in die Wiesen gemäht wurden. Die Standorte der Schneisen wurden bei der ersten Besichtigung des Untersuchungsgebiets zusammen mit Jonas Barandun, Stephan Brenneisen und Josef Zoller besprochen.

Damit dieses Vorgehen aussagekräftige Daten lieferte, wurden die Schneisen nicht durchgehend gemäht. Nach drei Meter langen, gemähten Wiesenabschnitten, blieben jeweils 0.5 Meter ungemähte Wiese stehen. Damit sollte verhindert werden, dass die Jungtiere nicht den Weg des geringsten Widerstands wählten und durch die Schneisen in eine andere Richtung gelenkt wurden.

Mit ArcGIS wurde dazu eine Karte mit den vorgesehenen Schneisen erstellt und den Bewirtschaftern der Wiesen zugestellt (siehe Abbildung 10), sowie das geplante Vorhaben erklärt.



Abbildung 10: Karte mit den gemähten Schneisen im Untersuchungsgebiet Schlossweiher, Bildquelle: <https://geodata4edu.hsr.ch>

Bei der zweiten Besichtigung wurde das Konzept mit den Bewirtschaftern vor Ort besprochen und ihr Einverständnis für die Umsetzung eingeholt. Ebenso wurden allfällige Fragen geklärt. Damit das Projekt wie geplant durchgeführt werden konnte, musste zusätzlich vom Landwirtschaftsamt St. Gallen eine Bewilligung für einen früheren Schnittzeitpunkt von Biodiversitätsförderflächen angefordert werden. Dadurch entstanden für die Bewirtschafter keinerlei Nachteile und das Vorhaben konnte plangemäss umgesetzt werden.

2.3 Feldaufnahme

2.3.1 Naturschutzgebiet Tschächli/ St. Sebastian

Um das Abwandern der juvenilen Amphibien beobachten zu können, wurden nach Absprache die Wiesenflächen auf der östlichen Seite des Weihers durch Freiwillige des Vereins Schöner Natur am 17.06.2016 gemäht. Zusätzlich wurde ein Streifen in das Feld auf der anderen Seite des Gleises durch den Bauern am 22.06.2016 gemäht, damit ausfindig gemacht werden konnte, ob die Geleise ein Hindernis für juvenile Amphibien darstellen.

Bei den Schnittflächen im Naturschutzgebiet wurde ein 1 m breiter Streifen jeweils auf 3 m Länge geschnitten und danach wurde ein Meter Wiese stehen gelassen (siehe erste Grafik im Anhang). Dies soll verhindern, dass die Juvenilen den Weg des kleinsten Widerstands gehen und einfach dem Streifen entlangwandern. Auf der westlichen Seite des Naturschutzgebietes konnten, aufgrund mangelnder Kooperation des Bauern, keine Streifen in die Wiese gemäht werden. Deshalb wurden Feldgänge auf dieser Seite nach dem regulären Schnitt durch den Bauern durchgeführt. Dies hatte jedoch keinen Einfluss auf die Untersuchung, da die Wiese zur Zeit der Abwanderung bereits wieder so hochgewachsen war, so dass keine Begehung mehr möglich war. Zusätzlich fanden ebenfalls Begehungen der Kieswege im Norden und Nordosten, sowie der Landstrasse im Osten nahe dem Schännerberg, statt.

Der Beginn der Feldgänge wurde auf Ende Mai 2016 gelegt. Wobei jeweils der Fortschritt der Metamorphose untersucht wurde, um den Abwanderungszeitpunkt nicht zu verpassen. Ab dem 07.07.2016, dem Tag der ersten Sichtung juveniler Amphibien ausserhalb des Gewässers, fanden insgesamt 11 Feldaufnahmen zu verschiedenen Tageszeiten statt. Dabei wurden die Anzahl Tiere pro Quadratmeter und, wenn klar ersichtlich, die Wanderrichtungen und Fundorte auf einer Karte festgehalten. Zudem wurden jeweils die Tageszeiten, die Wetterlage, die Temperatur sowie der Wasserstand aufgeschrieben. Die Anzahl Tiere wurde quantitativ pro Quadratmeter geschätzt und die Resultate des jeweiligen Sektors in verschiedene Dichtestufen eingeteilt. Dabei wurden folgende Dichteklassen verwendet: vereinzelt, 2-5, 6-10, 11-15, 16-20 und 21+ pro Quadratmeter.

Um eine Aussage darüber machen zu können, in welche Richtungen die Jungtiere abwanderten, wurde das Gebiet in Sektoren aufgeteilt und die sich darin befindliche Anzahl Tiere dem jeweiligen Sektor zugeteilt. Die Sektoren wurden wie folgt aufgeteilt: Sektor 1 beinhaltet das Naturschutzgebiet bis zum nördlichen Ende des Tschächli-Weiher, Sektor 2 beinhaltet die zwei östlichen Teiche im Nordwesten des Naturschutzgebietes, sowie der nördliche Teil des Waldes im Naturschutzgebiet. In den restlichen Teichen westlich von Sektor 2 wurden während den Feldaufnahmen keine Jungtiere gesichtet, weshalb sie auch nicht in die Arbeit integriert wurden. Die Daten dienten anschliessend als Grundlage für die GIS-basierten Karten im Anhang.

2.3.2 Schlossweiher

Da keine genauen Daten zum Startpunkt der Jungtierwanderung vorlagen, aber laut Geise et al. (2008) die ersten juvenilen Amphibien frühestens ab Ende Mai aus den Laichgewässern abwandern, wurde am 13.05.2016 mit der Erhebung von Felddaten begonnen. Danach wurden die Weiher weitere vier Male in regelmässigen Abständen aufgesucht, um den Fortschritt der Metamorphose der juvenilen Tiere festzuhalten und um möglichst genau den Beginn der Abwanderung bestimmen zu können. Damit der Uferbereich des Schutzgebietes betreten werden konnte, wurde durch Stephan Brenneisen im Vorfeld eine Ausnahmegewilligung für das «Betreten von Schutzgebieten zu wissenschaftlichen Zwecken» vom Amt für Natur, Jagd und Fischerei St. Gallen eingeholt. Als die Jungtiere mit der Abwanderung begannen, wurden tägliche Feldbegehungen über einen Zeitraum von 17 Tagen durchgeführt, um die Jungtier-Dichte zu erheben sowie den Verlauf der Abwanderung der Jungtiere und die Abwanderungsrichtungen zu dokumentieren. Dabei wurden jeweils die gemähten Schneisen sowie alle Zufahrtsstrassen rund um die Schlossweiher kontrolliert.

Die Jungtier-Dichten wurden durch eine quantitative Abschätzung der Anzahl pro Quadratmeter aufgenommen. Dazu wurden in den Schneisen die gesehenen Jungtiere stichprobenweise auf einer Fläche von einem Quadratmeter gezählt und diese Werte anschliessend extrapoliert. Auf den Strassen wurden jeweils die einzelnen Jungtiere gezählt. Bei grossen Dichten wurde ebenfalls die vorher beschriebene Methode angewandt. Die Dichte der Jungtiere wurde in acht Kategorien pro Quadratmeter eingeteilt: Einzelsichtungen, 0, 1, 2-5, 6-15, 16-30, 31-50 und 51+. Die erfassten Jungtier-Dichten wurden während jeder Feldaufnahme als Flächen, basierend auf den acht Dichte-Kategorien, auf einer Karte eingezeichnet.

Bei jeder Feldaufnahme wurden zusätzlich noch weitere Daten wie Temperatur, Wetter, Zeitpunkt, Dauer, sowie besondere Beobachtungen dokumentiert. Alle Feldaufnahmen wurden aus arbeitstechnischen Gründen ausschliesslich am Tag durchgeführt. Der Fokus wurde somit auf die Tagesaktivität der juvenilen Amphibien beschränkt.

2.4 Datenauswertung

Zu Gunsten der Übersicht wurde das gesamte Gebiet um den Schlossweiher in 19 Sektoren unterteilt und diese auf einem Orthofoto des Untersuchungsgebiets in ArcGIS in Form einer Karte dargestellt (siehe Abbildung 11). Dieselbe Methode wurde auch beim Tschächli-Weiher angewandt, hier wurde das gesamte Gebiet in zwei Sektoren aufgeteilt (siehe erste Grafik im Anhang).

Anschliessend wurde anhand der gesammelten Daten für jede Feldaufnahme eine weitere Karte in ArcGIS erstellt. Allen Flächen, in welchen Jungtiere vorkamen, wurde eine Kategorie für die Jungtier-Dichte zugeordnet und diese mit verschiedenen Farben dargestellt. Als Grundlage für diese Karten diente das Orthofoto des Untersuchungsgebiets mit den eingezeichneten Sektoren. Zusätzlich wurden alle Karten mit weiteren Informationen wie Wetter, Temperatur, Aufnahmezeitpunkt und Bemerkungen versehen. All diese Karten dienten als Grundlage, um die gesammelten Daten von den Feldaufnahmen auszuwerten und zu interpretieren.



Abbildung 11: Sektoren im Untersuchungsgebiet Schlossweiher, Bildquelle: <https://geodata4edu.hsr.ch>

3 Resultate

3.1 Naturschutzgebiet Tschächli/ St. Sebastian

Die ersten Beobachtungen von Jungtieren konnten am 07.07.2016 im Bereich des östlichen Teiches in Sektor 2 gemacht werden, dabei handelte es sich um juvenile Erdkröten. Von diesem Datum an fanden 11 Feldaufnahmen bis und mit dem 27.07.2016 statt. Während dieser Zeit waren die Amphibien starken Temperatur-, sowie Wetterschwankungen ausgesetzt, was auch einen grossen Einfluss auf den Grundwasserspiegel und somit der Wasserspiegelhöhe des Tschächli-Weiher und der Teiche hatte.

Bereits Anfang Juni fanden die ersten Feldbegehungen statt und das mögliche Aufkommen von Jungtieren wurde von da an alle 3-5 Tage kontrolliert. Für diese Kontrolle wurde jeweils das Entwicklungsstadium der Kaulquappen untersucht, wobei beim Tschächli-Weiher sowohl Erdkröten-, wie auch Grasfroschlarven gesichtet wurden. Bei den beiden grossen Teichen wurden vor den grossen Niederschlägen Ende Juni 2016 keine Kaulquappen gesichtet. Die Niederschläge hatten jedoch einen grossen Einfluss auf die Beobachtungen. Während nach diesen Tagen im Tschächli-Weiher kaum noch Kaulquappen gesichtet wurden, war Anfang Juli 2016 im Wasser und am Ufer des östlichen Teiches in Sektor 2 ein grosses Vorkommen von Jungtieren und Larven feststellbar (siehe Abbildung 12 & 13). Beim westlichen Teich war weiterhin kein Vorkommen sichtbar.



Abbildung 12: juvenile Erdkröte kurz nach dem Verlassen des Wassers, Bildquelle: Lukas Noser



Abbildung 13: typisches Schwimmverhalten von Erdkrötenlarven, Bildquelle: Lukas Noser

Am 07.07.2016 dem Datum der ersten Sichtung, herrschte warmes und sonniges Wetter. Beim östlichen Teich in Sektor 2 wurden in der nordwestlichen Uferregion auf einer Länge von 5 m etwa 15 Exemplare pro qm gesichtet. Beim westlichen Teich wurden an diesem Tag nur vereinzelte Individuen in Ufernähe gesichtet. Am Tag darauf hielt die Warmwetterperiode an, dennoch wagten sich nun vermehrt Jungtiere auf den Kiesweg oberhalb des Ufers beim östlichen Teich. Erstmals wurden an diesen Tag vereinzelte Exemplare am nördlichen Heckenrand zur Wiese hin gesichtet. Während die Temperaturen am Sonntag 10.07.2016 nochmals stiegen, auf 30°C, nahm das Vorkommen von Jungtieren und die Entfernung zum Gewässer nochmals zu (siehe Abbildung 14). So konnten bereits vereinzelte Individuen am nordöstlichen Ufer gesichtet werden. Vom nordwestlichen Ufer her begangen bereits einige in Richtung Osten dem Wiesenrand entlang zu wandern. Auf dem Kiesweg nahmen die Beobachtungen weiter auf bis zu 20 Exemplare pro qm zu.

Eine leichte Änderung der Wetterlage fand am 11.07.2016 statt, so dass der Himmel nun vorwiegend bedeckt war und die Temperaturen auf 21°C sanken. Nun konnten auf der ganzen Nordseite des Teiches in Sektor 2 Jungtiere gesichtet werden. Die Abwanderungsrichtung blieb dabei dieselbe wie anhin. Vorwiegend fand die Wanderung in Richtung Norden, sowie Osten statt. Erstmals konnten auch einige Exemplare im Naturschutzgebiet in Sektor 1 festgestellt werden. Auf der gesamten Länge des Weihers wurden 4-5 Jungtiere pro qm gesichtet, welche bis an den Rand

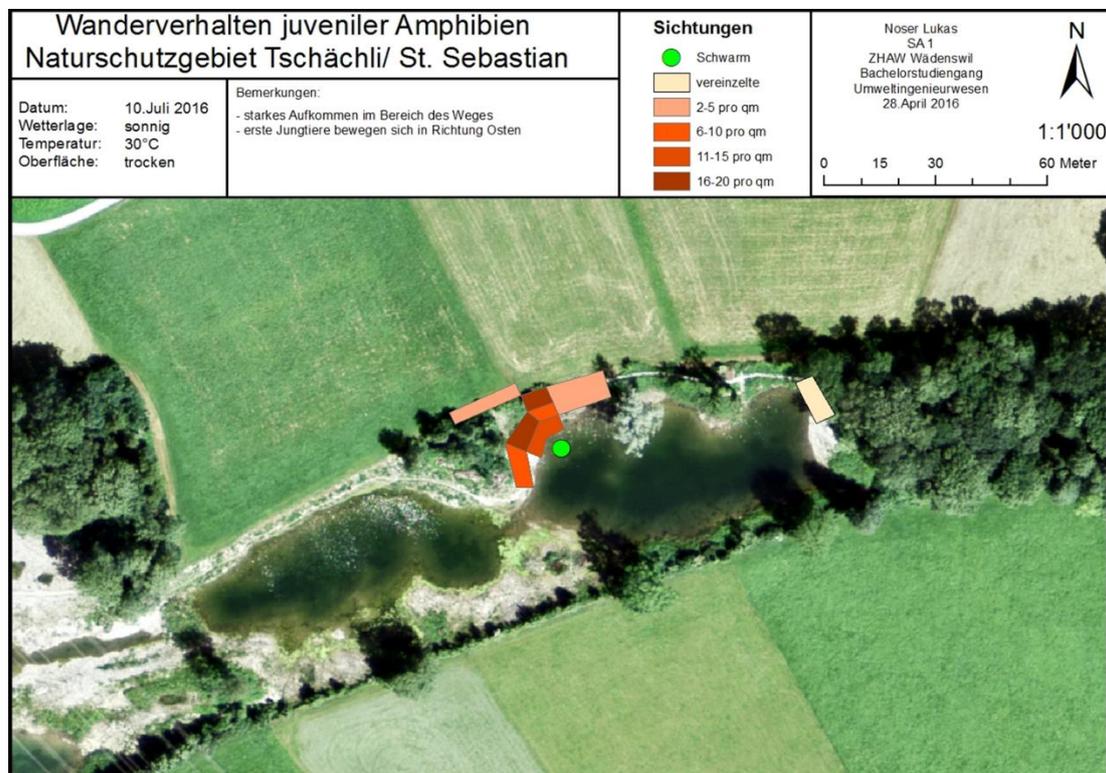


Abbildung 14: Starke Zunahme der Jungtiere am 10.7.2106 im Uferbereich, sowie erste Beobachtungen nördlich der Hecke, Bildquelle: <https://geodata4edu.hsr.ch>

des Schotters der Geleise und dann am Rand entlangwanderten (siehe Abbildung 15). Beim nordöstlichen Ende des Tschächli-Weiher wurden zusätzlich auf kleinem Raum etwa 7-8 Tiere pro qm gesichtet.

Am 12.07.2016 begann es zu regnen und die Temperaturen fielen auf 14°C. Das hatte zur Folge, dass sich die Jungtiere nun weiter vom Gewässer entfernten und so konnten beim östlichen Teich in der nördlichen Wiese und entlang der Hecke bis und mit dem Naturschutzwald wandernde Jungtiere gesichtet werden (siehe Abbildung 15). Im Naturschutzgebiet in Sektor 1 konnten weiterhin auf der gesamten Länge des Weiher, 4-5 Exemplare pro qm festgestellt werden, welche sich nun über den Schotter der Geleise wagten. Am Nordöstlichen Ende des Tschächli-Weiher nahm das Vorkommen jedoch wieder ab, die gesichteten Exemplare wanderten von dort aus in die östliche Wiese ab. Der anhaltende starke Regen hatte zur Folge, dass am 14.07.2016 der Wasserstand stark anstieg, zudem sanken die Temperaturen nochmals auf 9°C. An diesem Tag konnten nur einige Exemplare am nordwestlichen Ufer des östlichen Teiches gesichtet werden.

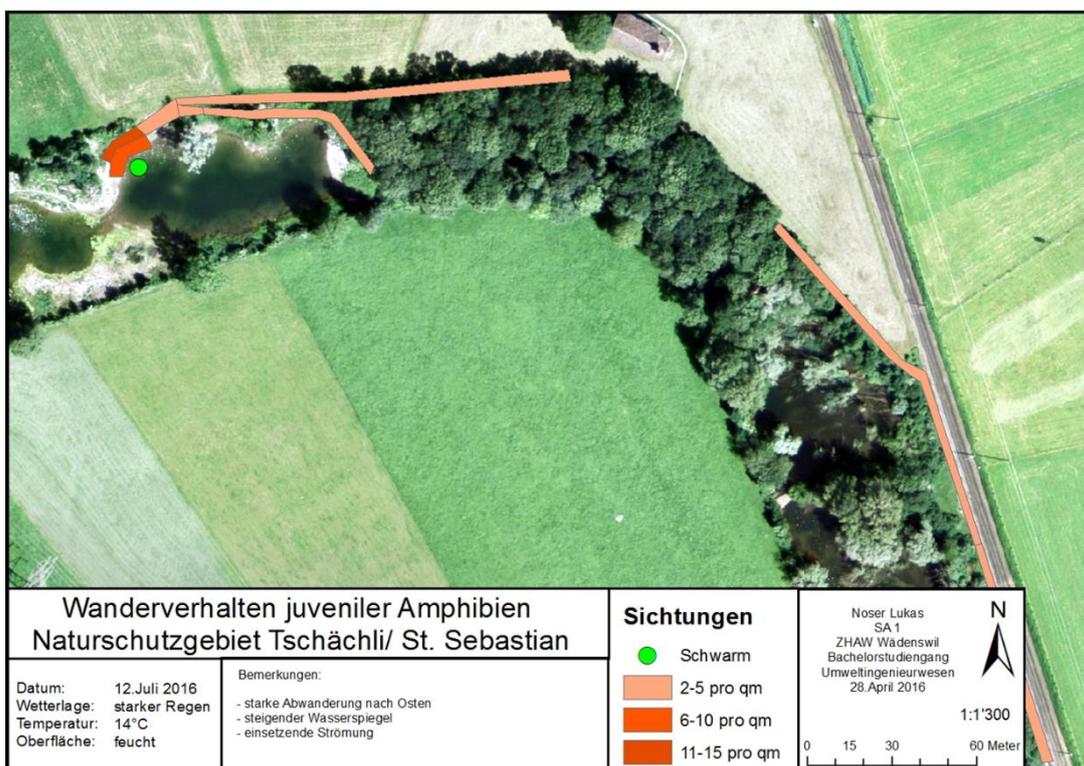


Abbildung 15: Durch den Regen vom 12.7.2016 ausgelöste Distanzierung zum Gewässer, Bildquelle: <https://geodata4edu.hsr.ch>

Die Wetterlage verbesserte sich dann am 17.07.2016 wieder, so dass an diesen Tag sonniges, warmes Wetter vorherrschte. Auf dem Weg des Naturschutzgebietes wurden an diesem Tag vereinzelt Jungtiere gesichtet, welche sich jedoch nicht über den trockenen Schotter der Geleise wagten, sondern dem vorgelagerten mit Moos bedeckten Streifen folgten. Beim östlichen Teich wurden an diesem Tag ebenfalls nur vereinzelt über die gesamte Nordseite verstreute Exemplare gesichtet.

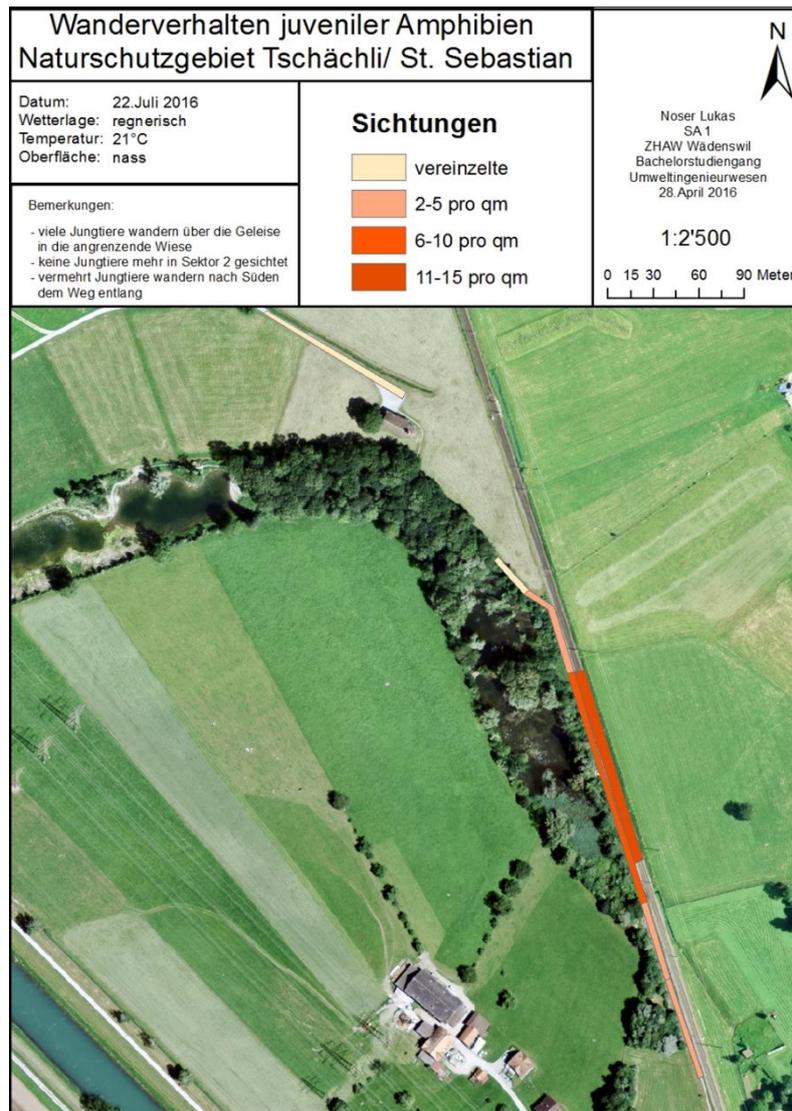


Abbildung 16: hohe Zahl an Jungtieren, welche sich an diesem regnerischen Tag (22.Juli) über den Gleisschotter wagten, Bildquelle: <https://geodata4edu.hsr.ch>

Vom 21.07.2016 an wurden dann erstmals Jungtiere gesichtet, welche sich im Naturschutzgebiet dem Kiesweg entlang Richtung Süden bewegten. Während die südlichsten Beobachtungen am 21.07.2016 noch etwa 30 m vor der Brücke stattfanden, konnten am 27.07.2016 bereits erste Tiere ca. 40 m nach der südlichen Grenze beobachtet werden. Bei den letzten vier Feldaufnahmen vom 21. bis 27.07.2016 wurden vermehrt Jungtiere bei der Überquerung der Geleise gesichtet. Dies

nahm seinen Höhepunkt am 22.07.2016 bei regnerischem Wetter (siehe Abbildung 16). An diesem Tag wanderten bis zu 15 Exemplare pro qm über die Geleise und verschwanden dahinter im hohen Gras. Die Abwanderung aus dem Sektor 2 nahm ab dem 21.07.2016 stetig ab, so dass bei der letzten Feldaufnahme am 27.07.2016 nur noch vereinzelt Individuen am östlichen Teich gesichtet werden konnten. Dafür wurden an diesem Tag vermehrt Jungtiere am nördlichen Rand des Waldes, sowie einzelne im Wald beobachtet.

Weiter wurden während der ganzen Zeit immer wieder tote juvenile Amphibien an den stark frequentierten Abschnitten der Kieswege, aber auch tote adulte Tiere, in beiden Sektoren beobachtet.

3.2 Schlossweiher

3.2.1 Beginn der Abwanderung

Die Feldaufnahmen für die Bestimmung des Beginns der Abwanderung der Froschlurche fanden zwischen dem 13.05.2016 und dem 10.06.2016 direkt am Ufer der Schlossweiher statt. Während dieser Zeit wurden fünf Feldaufnahmen durchgeführt.

Bei der ersten Begehung am 13.05.2016 wurden viele noch relativ kleine Kaulquappen aufgefunden. Die äusseren Kiemen waren nicht mehr sichtbar, sondern bereits von einer Hautfalte überwachsen (innere Kiemen). Die zweite Begehung am 22.05.2016 zeigte, dass die Kaulquappen seit der letzten Aufnahme stark gewachsen waren, Extremitäten waren noch keine vorhanden.

Bei der dritten Feldaufnahme am 28.05.2016 waren bei den meisten

gesichteten Kaulquappen bereits die hinteren Extremitäten sichtbar (siehe Abbildung 17). Bei manchen hat sich die kugelige Körperform bereits leicht verändert.



Abbildung 17: beobachtete Kaulquappe am 28.05.2016, Bildquelle: Eigene Aufnahme von Andreas Seitz

Die Begehung am 05.06.2016 zeigte, dass bei allen gesichteten Kaulquappen die hinteren Extremitäten vorhanden waren. Ebenfalls waren bei den meisten Kaulquappen schon die vorderen Extremitäten sichtbar. Manche Exemplare wiesen bereits einen verkürzten Schwanz auf, somit hatte bei ihnen die Metamorphose bereits begonnen (Meyer, 2016). Ein junger Froschlurch war bereits fast vollständig metamorphosiert, wies aber noch einen kurzen Stummelschwanz auf und hielt sich immer noch in Wassernähe auf (siehe Abbildung 18).

Am 10.06.2016 wiesen alle gesichteten Exemplare die vorderen und hinteren Extremitäten auf. Viele Exemplare waren noch mitten in der Metamorphose, wobei im seichten Wasser schon sehr viele komplett metamorphosierte Froschlurche beobachtet wurden. Während dieser Feldbegehung wurden ebenfalls die ersten Abwandernden juvenilen Froschlurche entdeckt. Deshalb wurden die Beobachtungen direkt am Wasser eingestellt.

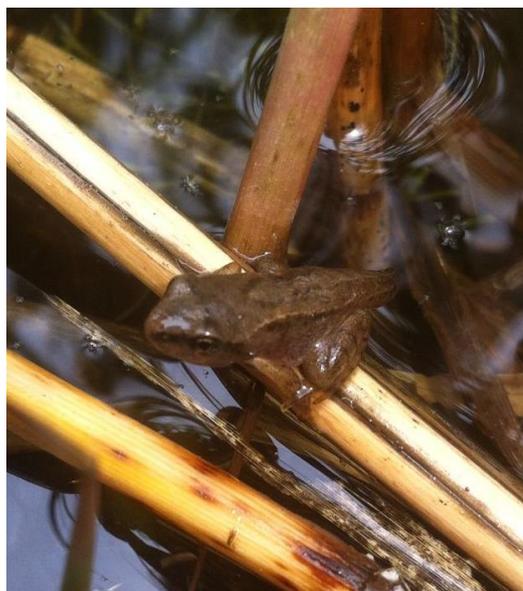


Abbildung 18: erster fast komplett metamorphosierter Froschlurch am 05.06.2016, Bildquelle: Eigene Aufnahme von Andreas Seitz

3.2.2 Abwanderungsrichtung und Jungtier-Dichten

Die Feldaufnahmen zur Bestimmung der Abwanderungsrichtung und der Dichte der abwandernden Jungtiere fanden ab 10.06.2016 bis 27.06.2016 täglich und zu unterschiedlichen Tageszeiten und Wetterbedingungen statt. Es wurden zusätzlich zwei Begehungen am 01.07.2016 sowie am 12.07.2016 durchgeführt, um sicher zu gehen, dass die grössten Abwanderungsdichten erfasst wurden.

Die Karten mit den Resultaten zur Jungtier-Dichte sind aufgrund einer besseren Übersicht der Reihe nach für jeden Erhebungstag im Anhang aufgeführt (siehe Karten Schlossweiher im Anhang). Die Nummerierung der Sektoren wurde weggelassen, als sie den Visualisierungen der Jungtier-Dichten in die Quere kam.

Erste abwandernde Jungtiere wurden am 10.06.2016 in Sektor 18 des Untersuchungsgebiets gesichtet. Es war der erste sonnige und warme Tag seit vier Tagen (25°C). Alle gesichteten Jungtiere befanden sich auf einer Distanz zwischen einem und zwei Metern entfernt vom Gewässer mit einer maximalen Dichte von bis zu 40 Jungtieren pro Quadratmeter. In der Nacht auf den 11.06.2016 hatte es abermals geregnet und die Temperaturen waren wieder auf 20°C gefallen. Es konnte dennoch eine Wanderbewegung der Jungtiere von Sektor 18 aus in Richtung Nordwesten beobachtet werden. Nun traten zum ersten Mal Jungtiere in Sektor 19 auf. Ebenfalls wurden die ersten Jungtiere mit einer maximalen Dichte von 20 Tieren pro Quadratmeter in Sektor 16 gesichtet.

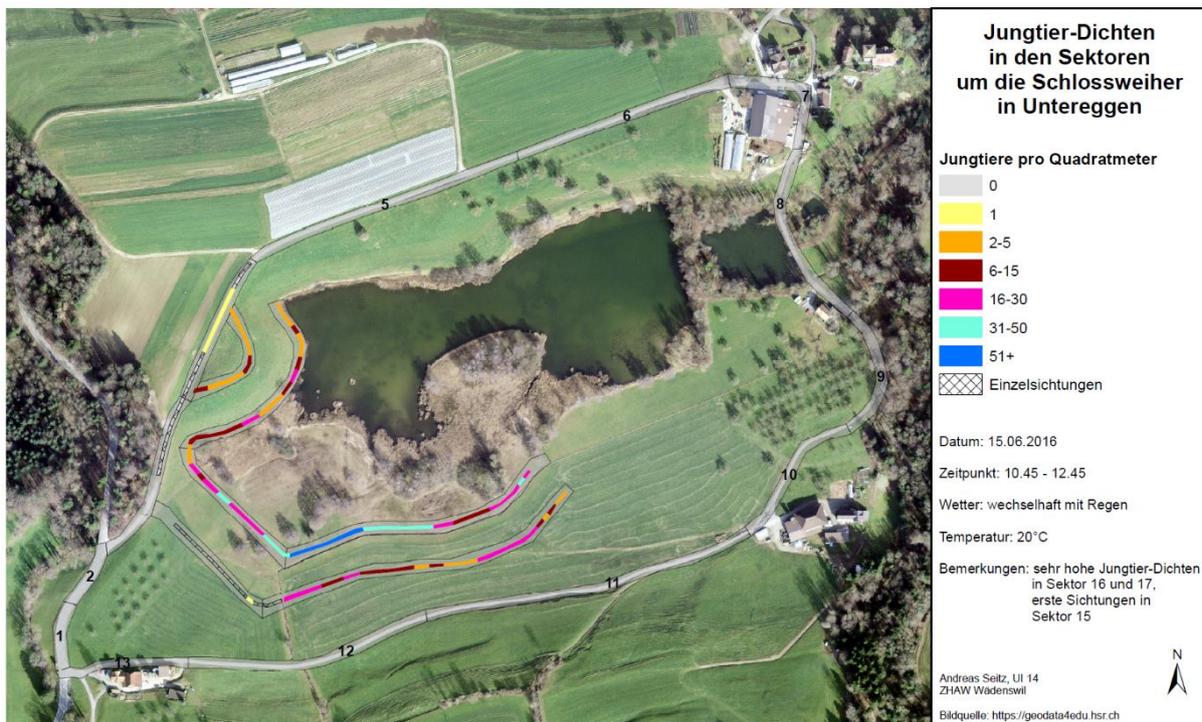


Abbildung 19: Jungtier-Dichten am 15.06.2016, in Sektor 16 und 17 sind ausserordentlich hohe dichten (bis 100 Tiere pro Quadratmeter) zu beobachten, Bildquelle: <https://geodata4edu.hsr.ch>

Die nächsten acht Tage waren meistens bewölkt und es fiel immer wieder Regen mit Temperaturen zwischen 15 und 20°C. Am 12.06.2016 traten zum ersten Mal vereinzelte Jungtiere in Sektor 4 der Zufahrtsstrasse auf. Somit hatten sich die juvenilen Amphibien von Sektor 8 weiter in Richtung Nordwesten bewegt. Während dieser Feldaufnahme wurden ebenfalls erstmals Jungtiere in den Sektoren 14 und 17 gesichtet. Das Auftreten von Jungtieren in Sektor 14 deutete auf eine Abwanderung von Sektor 16 aus in Richtung Süden. In den darauffolgenden zwei Tagen wurden erstmals vereinzelte Jungtiere in Sektor 3 auf der Zufahrtsstrasse gesichtet, was auf eine Abwanderung Richtung Westen hinweisen könnte. Ansonsten gab es, ausser den Dichtezunahmen, keine Veränderungen. Am 15.06.2016 traten zum ersten Mal einzelne Jungtiere in Sektor 15 auf, was auf eine Abwanderung Richtung Südwesten, von Sektor 17 aus, hindeutete.

Ebenfalls wurden in manchen Schneisensektoren Jungtierdichten mit bis zu 100 Tieren pro Quadratmeter beobachtet (siehe Abbildung 19). Aufgrund dieser Beobachtungen wurden in den nächsten vier Tagen (am 18.06.2016 wurde Schneisensektor 15 kontrolliert) nur noch die Sektoren auf den Zufahrtsstrassen kontrolliert, um ein unnötiges Zertreten der Jungtiere zu vermeiden.

Zwischen dem 16.06.2016 und 19.06.2016 traten zum ersten Mal Jungtiere in den Sektoren 1, 2, 5, 8, 11, 12 und 13 auf. Die Sektoren 1 und 2 liegen auf der Hauptstrasse, die restlichen auf den Zufahrtsstrassen. Das Vorkommen dieser Jungtiere bestätigte die Annahme, dass sie in Richtung Südwesten und Süden abwanderten. Die neuen Jungtiervorkommen in den Sektoren 5 und 8 legten nahe, dass auch Norden und Osten als Abwanderungsrichtung genutzt wurde. Am 18.06.2016 kam es zu ausserordentlich hohen Jungtier-Dichten in den Sektoren 4 und 12 der Zufahrtsstrassen. Es wurden Dichten mit bis zu 15 Jungtieren pro Quadratmeter beobachtet (siehe Abbildung 20).

Die nachfolgenden vier Tage waren, bis auf den 21.06.2016, immer sonnig und warm, bei Temperaturen zwischen 18 und 28°C. Am 20.6.2016 wurden seit längerem wieder einmal die Schneisen in den Wiesen auf ein Jungtiervorkommen kontrolliert. In allen Schneisensektoren waren noch Jungtiere vorhanden, zum Teil gab es immer noch Dichten mit bis zu 50 Jungtieren pro Quadratmeter (Sektor 16). Zu diesem Zeitpunkt war das Gras in den gemähten Abschnitten

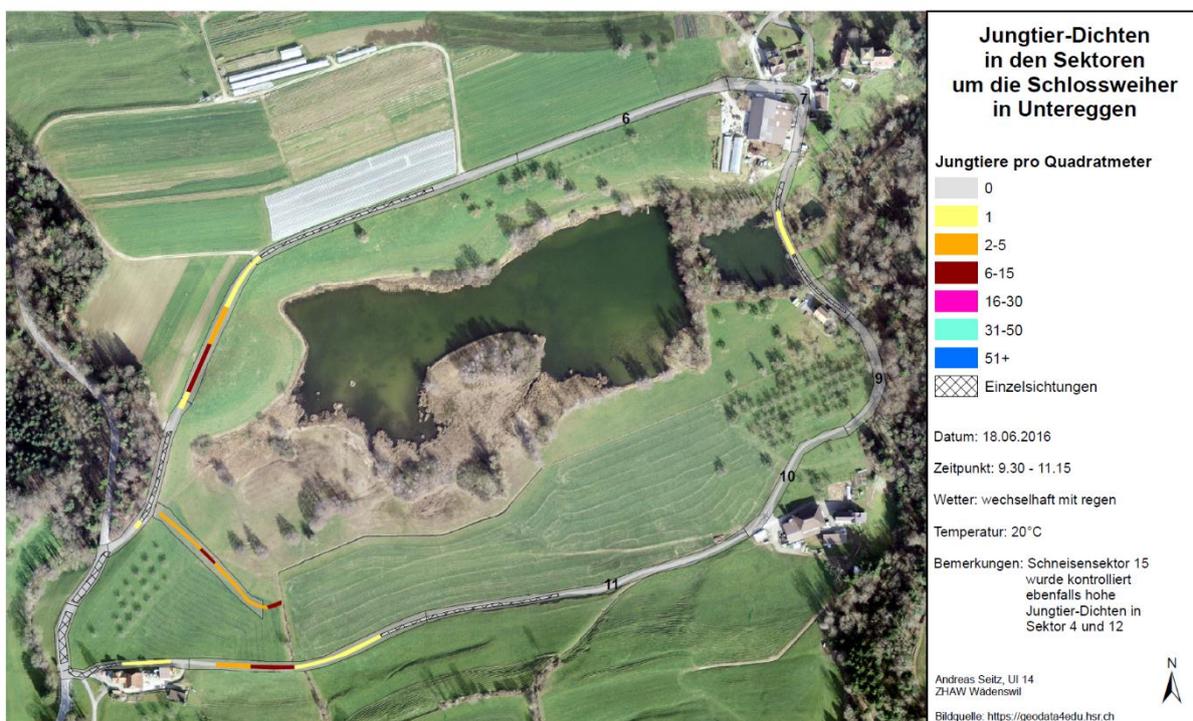


Abbildung 20: Jungtier-Dichten am 18.06.2016, in Sektor 4 und 12 sind ausserordentlich hohe dichten (bis 15 Tiere pro Quadratmeter) zu beobachten, Bildquelle: <https://geodata4edu.hsr.ch>

der Schneisen bereits wieder so hoch gewachsen, dass eine genaue Erfassung der Jungtier-Dichte nicht mehr möglich war. Bei allen weiteren Feldbegehungen wurden deshalb nur noch die Sektoren auf den Strassen kontrolliert. In Sektor 12 gab es immer noch Jungtier-Dichten mit bis zu 10 Tieren pro Quadratmeter. Ausserdem wurden vereinzelt Jungtiere zum ersten Mal in Sektor 6 beobachtet. Zwischen dem 21.6.2016 und dem 22.06.2016 wurde ein einzelnes Jungtier erstmals in Sektor 10 gesichtet. In Sektor 11 waren überhaupt keine Jungtiere mehr aufzufinden. Dies kam wahrscheinlich daher, dass die angrenzende Wiese frisch vom Bewirtschafter gemäht wurde. Am 23.06.2016 wurden erstmals einzelne Jungtiere in Sektor 9 gesehen und ebenfalls vermehrt Jungtiere in Sektor 10. Dies liess vermuten, dass die Jungtiere auch nach Südosten abwanderten. In Sektor 13 wurden über einen längeren Abschnitt Jungtier-Dichten zwischen einem und zehn Tieren pro Quadratmeter beobachtet (siehe Abbildung 21).

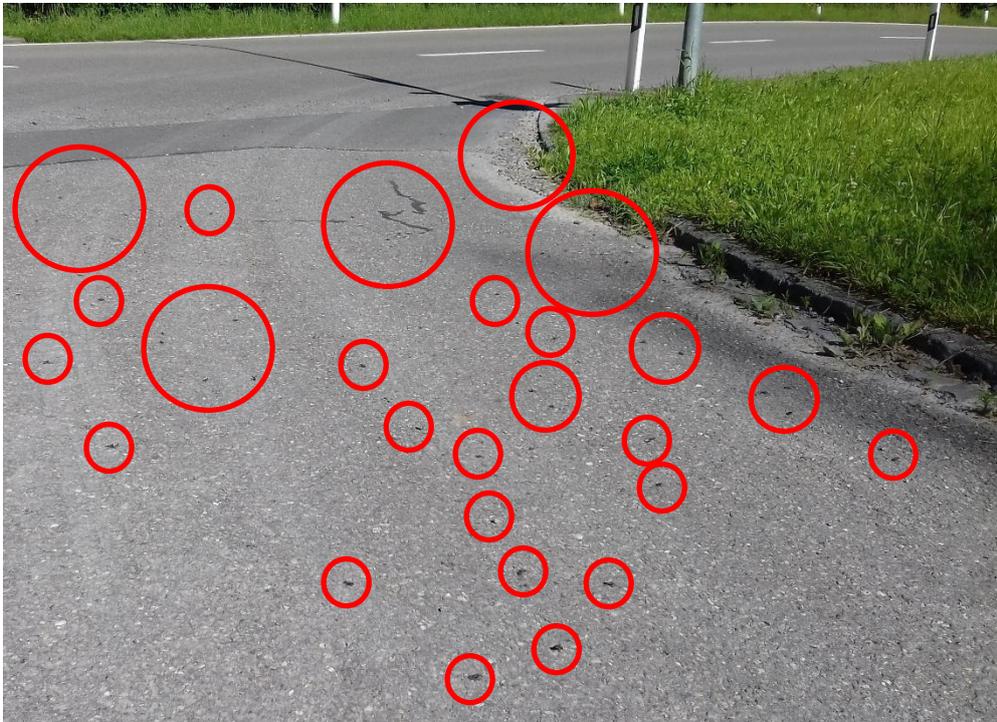


Abbildung 21: Jungtier-Dichten in Sektor 13 am 23.06.2016 (rot eingekreist), Bildquelle: Eigene Aufnahme von Andreas Seitz

In der Nacht vom 24.06.2016 auf den 25.06.2016 gab es starke Gewitter, weshalb vor Regenbeginn am Abend des 24. Juni eine und am Tag des 25.06.2016 zwei Feldbegehungen durchgeführt wurden. Zum ersten Mal wurden vereinzelt Jungtiere in Sektor 7 beobachtet. Ebenfalls kam es in den Sektoren 4, 6, 8, 9, 12 und 13 zu zeitweise grossen Ansammlungen von Jungtieren mit maximalen Dichten von fünf bis zehn Tieren pro Quadratmeter (siehe Abbildung 22). Diese Beobachtungen bestätigten, dass auch Osten und Südosten als Abwanderungsrichtung von den Jungtieren genutzt wurden. In Sektor 11 kamen trotz Gülleausstrag wieder vereinzelt Jungtiere vor.

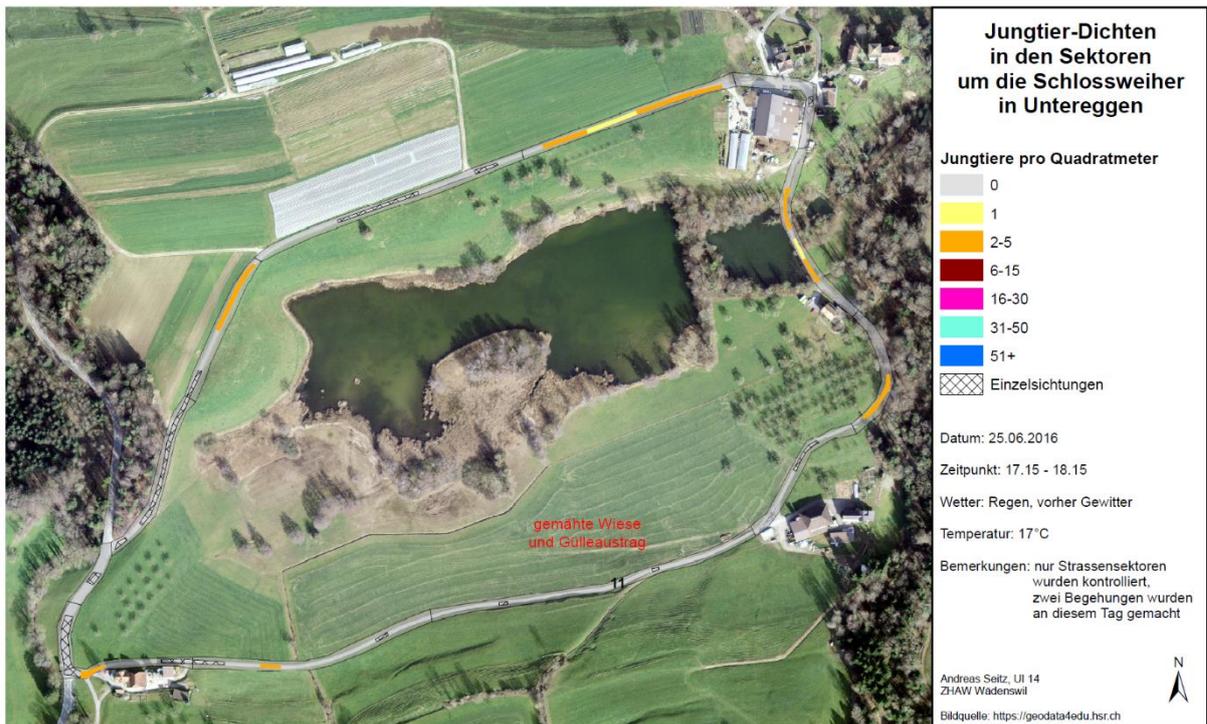


Abbildung 22: Jungtier-Dichten am 25.06.2016, in manchen Sektoren sind bis zu 5 Tiere pro Quadratmeter zu beobachten, Bildquelle: <https://geodata4edu.hsr.ch>

Der 26. Juni 2016 war ein bewölkter Tag. Die Strassen waren noch nass wegen der Regenfälle der vergangenen Nacht. Die Sektoren 6, 9 und 13 wiesen immer noch grössere Ansammlungen von Jungtieren auf, mit Dichten von zwei bis fünf Tieren pro Quadratmeter. Am 27.06.2016 wurden, trotz des relativ hohen Grases in den Schneisen, nochmals alle Sektoren kontrolliert. In den Schneisensektoren wurden nicht mehr viele Jungtiere beobachtet. Sektor 16 wies die meisten Jungtiere auf, mit maximalen Dichten von ungefähr zehn Tieren pro Quadratmeter. Die Strassensektoren wiesen nur noch selten Einzelsichtungen auf.

Am 01.07.2016 und am 12.07.2016 wurden die letzten beiden Feldaufnahmen durchgeführt. An diesen zwei Tagen war das passende Wanderwetter (bewölkt, warm, feuchte Strassen). Zu keiner Zeit wurde in einem Strassensektor grössere Ansammlungen von Jungtieren aufgefunden. Es wurden nur Einzelsichtungen gemacht. Aus diesem Grund wurden die Feldaufnahmen eingestellt.

4 Diskussion

4.1 Naturschutzgebiet Tschächli/ St. Sebastian

4.1.1 Methode

Um eine bessere Sichtbarkeit der juvenilen Amphibien zu gewährleisten, wurden Schnittflächen Mitte Juni an verschiedenen Stellen gemäht. Durch die spät eingesetzte Abwanderung der Jungtiere im untersuchten Gebiet, waren diese Schnittflächen vor allem auf den Flächen des Bauern bereits wieder hochgewachsen. Dies verunmöglichte eine genaue Aufnahme in diesen Bereichen, so dass auf eine Beobachtung auf den Geleisen zurückgegriffen werden musste. Auf die Untersuchungen im Naturschutzgebiet hatte dies jedoch keinen grossen Einfluss, da der Bewuchs in diesem Bereich deutlich langsamer wuchs und die Tiere auch auf dem anliegenden Kiesweg gut ersichtlich waren.

Auch die Beobachtung des Metamorphose-Fortschritt der Tiere brachte im Untersuchungsgebiet einige Schwierigkeiten mit sich. Während zu Beginn der Feldgänge an den wenigen begehbaren Uferstellen des Tschächli-Weiher viele Kaulquappen vorzufinden waren, wurden nach den starken Regenfällen ab dem 25.07.2016 keine Tiere mehr gesichtet. Dies führte dazu, dass von da an mindestens jeden 3. Tag eine Feldbegehung eingeplant werden musste, um den Beginn der Abwanderung nicht zu verpassen.

Bezüglich der quantitativen Schätzungsmethode ist eine gewisse Ungenauigkeit vor allem auf bewachsenem Untergrund hinzunehmen, da die kleinen Tiere trotz niedrigem Schnitt nicht immer klar zu erkennen waren.

4.1.2 Ergebnisse

Die Abwanderung aus dem Tschächli-Weiher in Sektor 1, sowie die aus den Teichen in Sektor 2, fand im Vergleich zu den anderen untersuchten Gebieten relativ spät statt. Die Abwanderung im Juli liegt laut Brunken (2004) jedoch für Erdkröten, wie auch für Grasfrösche, im normalen Abwanderungszeitraum. Wobei es sich bei den meisten beobachteten Jungtieren um Erdkröten handelte und nur wenige Grasfrösche gesichtet wurden. Ein sogenannter Froschregen, das heisst eine grössere Ansammlung am Tag, bei der erstmaligen Abwanderung von Jungtieren (Kühnis, 2002), blieb während den Feldaufnahmen zwar aus. Dennoch konnten einige Erkenntnisse gewonnen werden, welche in den Punkten 4.1.3 bis 4.1.5 diskutiert werden.

Offen bleibt die Frage, ob beim Tschächli-Weiher auch Tiere vom westlichen Ufer aus abwandern, da in diesem Bereich, wie bereits erläutert, keine Untersuchungen stattfinden konnten. Um Erkenntnisse darüber zu gewinnen, ob bei Sektor 1 auch Tiere Richtung Westen und in Sektor 2 Richtung Süden abwandern, wäre es deswegen von Vorteil gewesen, wenn auch diese Bereiche einsehbar gewesen wären. Dies auch deswegen, weil der starke Bewuchs Beobachtungen vom Ufer her verunmöglichte. Im Nordwesten auf dem Kiesweg, sowie auf dem westlich liegenden Damm des Linthkanals, wurden jedoch keine Tiere gesichtet. Dies könnte zumindest darauf hindeuten, dass die Jungtiere keine grosse Distanz in diese Richtung zurücklegen. Ebenfalls bleibt die Frage offen, welchen Einfluss der Grundwasserspiegel und die damit verbundenen möglichen Wasserströme auf das Abwanderungsverhalten der juvenilen Amphibien hat.

Aufgrund des Zeitdrucks waren Beobachtungen in grösserer Entfernungen nicht mehr möglich, was keine Aussage über die Gefahr der Landstrasse nahe dem Schannerberg bezüglich der Abwanderung der Juvenilen zulässt. Dies wäre bei weiteren Untersuchungen ein wichtiger Bestandteil, damit nicht nur die Adulten, sondern auch die Juvenilen geschützt werden könnten.

4.1.3 Wettereinfluss

Durch die extremen Temperatur-, Wetter- und Wasserstandsunterschiede während der Abwanderungsperiode, variierten die Beobachtungen in dieser Zeit stark. So fanden die ersten Beobachtungen an den sonnigen Tagen anfangs Juli 2016 immer in der Nähe des Ufers statt und die Wanderrichtung der gesichteten Tiere deutet meist auf eine Rückkehr zum Wasser hin. Erst mit dem Aufkommen von Wolken und anschliessendem Regen, nahm auch die Anzahl der Jungtiere, sowie die Distanz zum Gewässer zu. Mitte Juli 2016 brachen die Temperaturen auf bis 9°C ein, was zur Folge hatte, dass kaum noch Jungtiere beobachtet werden konnten. Weiter hatte die Wetterlage auch einen Einfluss auf mögliche Hindernisse, so konnten verschiedene Objekte bei regnerischem Wetter gut zu passieren sein, in den trockenen Perioden stellten sie aber ein unüberbrückbares Hindernis dar. Während zum Beispiel das Schotterbeet schon nach kurzer Trockenheit nicht mehr passiert werden konnte, wurden die Kieswege erst nach längerer Zeit zu einem Hindernis. Somit konnte festgestellt werden, dass auch die Wetterlage einen Einfluss auf die Abwanderungsrichtung haben kann. Der durch andauernden Regen erhöhte Grundwasserspiegel äusserte sich in den Beobachtungen so, dass bei längeren Regenschauern kaum noch Tiere in der Nähe des Ufers gesichtet wurden.

4.1.4 Abwanderungsrichtung

Bezüglich der Abwanderungsrichtung konnte festgestellt werden, dass bei Sektor 2 die Jungtiere vorwiegend Richtung Norden und Osten zogen. So konnte beobachtet werden, wie sich die Tiere

vom nördlichen Ufer aus zuerst in Richtung Norden zu der angrenzenden Wiese und anschliessend östlich der Hecke und dem Wald entlang fortbewegten. Was eine Vermutung zulässt, dass sich die Tiere hier der schützenden Struktur des Waldes entlang bewegten. Allerdings wurde dieses Phänomen nur einmalig beobachtet und lässt somit keine glaubhafte Aussage zu. Zudem konnten auch einige Tiere auf dem Kiesweg am nördlichen Ende der angrenzenden Wiese gesichtet werden. Die meisten Tiere zogen jedoch am Rande des Naturschutzwaldes entlang in Richtung Osten. Bei Sektor 1 zogen die meisten Jungtiere ebenfalls nach Osten, wobei sich auch einige auf dem Kiesweg entlang Richtung Norden und Süden bewegten. Wobei zu vermuten ist, dass diese Tiere dem Weg des geringsten Widerstandes folgten und den Kiesweg der hohen dichten Vegetation bevorzugten, da vor allem vom südlichen Ufer her eine dichte, sperrige Vegetationsstruktur vorhanden ist. Anhand der Untersuchung konnte somit festgestellt werden, dass die Tiere grundsätzlich radiär abwanderten, jedoch dazu neigten, vor möglichen Hindernissen die Richtung zu wechseln und den Hindernissen entlang wanderten.

4.1.5 Überquerung der Geleise

Eine Überquerung der Geleise konnte nur während regnerischem Wetter festgestellt werden, wenn das Schotterbett befeuchtet war. Bei trockenem Schotter mieden die Jungtiere die Überquerung und wanderten stattdessen entweder zurück zum Gewässer oder dann, vor dem groben Schotter, den Geleisen in Richtung Norden oder Süden entlang. Somit stellte die Bahnlinie ein Hindernis für die Amphibien dar, welches in trockenen Perioden unüberwindbar schien, bei nassen Schotter jedoch ohne Problem passiert werden konnte (siehe Abbildung 23 & 24). Die Geleise selbst konnten von den Jungtieren ohne Problem passiert werden, da diese nicht direkt auf dem Schotter liegen. So zeigten Beobachtungen, dass die Juvenilen unter den Geleisen durchwanderten.

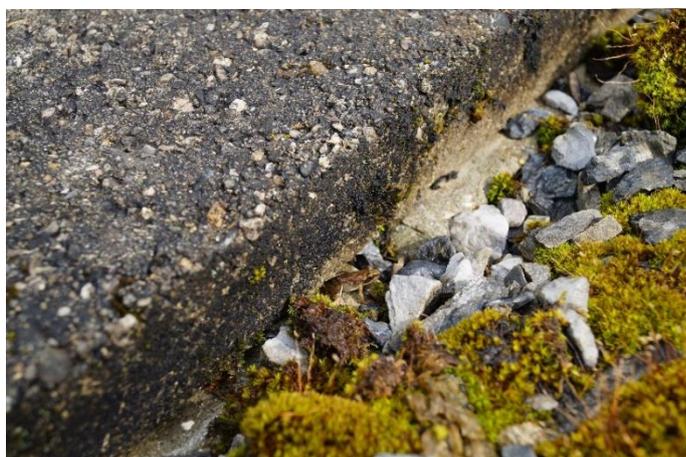


Abbildung 24 juveniler Grasfrosch vor der Überquerung des Gleisschotters, Bildquelle: Lukas Noser



Abbildung 23 juvenile Erdkröte bei der Überquerung des Gleisschotters, Bildquelle: Lukas Noser

4.1.6 Gefahr durch Spaziergänger

Während der Zeit der Feldaufnahmen wurden immer wieder tote Tiere auf den Kieswegen entdeckt. Vor allem in den stark frequentierten Abschnitten beim östlichen Teich in Sektor 2, aber auch auf der gesamten Länge des Sektor 1, schienen juvenile Amphibien durch Fusstritte erdrückt worden zu sein. Die häufigen Beobachtungen von Fussgängern mit Hunden und Joggern stärkten diese Vermutung. Ebenfalls wurden nebst den juvenilen Amphibien auch immer wieder tote Spitzmäuse, sowie Schnecken beobachtet. Um eine sichere Aussage darüber zu machen, ob die Tiere nicht durch andere Umstände zu Tode kamen, müssten diese jedoch genauer untersucht werden.

4.2 Schlossweiher

4.2.1 Methode

Bei den Feldaufnahmen im Untersuchungsgebiet der Schlossweiher wurden für die Erfassung der Jungtier-Dichten ausschliesslich Sichtbeobachtungen angewendet. Mit dieser Methode war es möglich, die Jungtier-Dichte in den Strassensektoren sowie in den Schneisensektoren relativ einfach zu erfassen. Während den Feldaufnahmen kamen aber dennoch gewisse Schwächen dieser Methode zum Vorschein.

In den offenen und nicht bewachsenen Flächen, wie den Strassensektoren, funktionierte diese Methode gut, da die Jungtiere sehr gut sichtbar waren und in Ruhe gezählt werden konnten. In den frisch geschnittenen Schneisen konnten die Jungtiere damit ebenfalls relativ genau erfasst werden, wobei zu erwähnen ist, dass Jungtiere, welche sich ruhig verhielten und sich nicht bewegten, zum Teil schwer ersichtlich waren. Als das Gras in den Schneisen einige Zentimeter höher gewachsen war, konnten schliesslich nur noch die Jungtiere gezählt werden, welche sich in diesem Moment bewegten. In sehr hohem Gras waren sie nicht mehr auffindbar. Zu diesem Zeitpunkt konnten in den Schneisensektoren keine zuverlässigen Daten mehr erhoben werden. Ein weiteres Problem war die Erfassung der zum Teil sehr hohen Jungtier-Dichten (100 Tiere pro Quadratmeter) in den Schneisen. Als versucht wurde, diese aus der Nähe zu zählen, war sehr viel Bewegung unter den Jungtieren. Einige verschwanden sofort im nebenstehenden hohen Gras, sodass sie gar nie in Ruhe gezählt werden konnten und sich die Dichten ständig änderten. In solchen Fällen musste die Dichte abgeschätzt werden, was nicht immer einfach war und auch keine zuverlässigen Daten, sondern nur Schätzwerte lieferte.

Die meisten Erfassungsmethoden für adulte Tiere können bei Jungtieren aufgrund der geringen Körpergrösse nicht angewendet werden (Geise et al., 2008), weshalb die Sichtbeobachtung als sehr gute, wenn nicht einzige Alternative für diese Situation erachtet wurde.

4.2.2 Resultate

Beginn der Abwanderung

Anhand von fünf Feldaufnahmen wurde die Metamorphose der Jungtiere dokumentiert und der Beginn der Abwanderung bestimmt. Am 10. Juni 2016 wurden die ersten abwandernden Jungtiere in Sektor 18 gesichtet, wobei am 5. Juni 2016 schon ein fast vollständig metamorphosiertes Jungtier beobachtet wurde. Während dieser Zeit fand jedoch keine zusätzliche Begehung statt. Somit besteht die Möglichkeit, dass die Abwanderung schon während diesen Tagen begonnen hatte.

Zu dieser Zeit war es aus arbeitstechnischen Gründen nicht möglich, weitere Feldaufnahmen durchzuführen, da parallel zu dieser Arbeit eine Projektwoche stattfand. Das Untersuchungsgebiet der Schlossweiher wurde ausschliesslich von einer Einzelperson untersucht, wobei es nicht möglich war, an beiden Orten gleichzeitig zu sein.

Am 10. Juni 2016 hielten sich alle beobachteten Jungtiere noch in ein bis zwei Meter Entfernung zum Gewässer auf. Ausserhalb der gemähten Schneisen stand die Wiese aber etwas höher, so dass weiter entfernte Jungtiere hätten übersehen werden können. An diesem Tag waren noch keine Jungtiere in weiteren Sektoren auffindbar.

Nicht alle Schneisen lagen so nahe am Gewässer wie die Schneise in Sektor 18. Einen Tag später wurden schon erste abwandernde Jungtiere in Schneisensektor 16 beobachtet, welcher relativ weit entfernt hinter Schilfgürteln liegt. Diese Beobachtung legt nahe, dass an anderen Orten die Abwanderung schon vor dem 10. Juni 2016 begonnen hat.

Mit dem Resultat dieser Feldaufnahmen konnte dennoch die Aussage, welche Zoller (2016) im Schlussbericht zur Abwanderung der juvenilen Amphibien gemacht hat, bestätigt werden. Trotzdem müssten bei weiteren Untersuchungen, während vielversprechenden Tagen, vermehrte Feldbegehungen durchgeführt werden, um den Beginn der Abwanderung noch genauer bestimmen zu können.

Abwanderungsrichtung und Jungtier-Dichten

Durch die Feldaufnahmen und der anschliessenden Datenauswertung wurde ersichtlich, dass die Jungtiere alle Himmelsrichtungen, ausser Nordosten, für die Abwanderung nutzten. Diese Schlussfolgerungen waren möglich, weil beobachtet werden konnte, dass sich die Jungtiere alle zielgerichtet über die Zufahrtsstrassen bewegten und nicht ihrem Verlauf folgten. Hindernisse für die Abwanderung waren nur in Sektor 3 ersichtlich, zusätzlich bestand in den Strassensektoren die Gefahr, überfahren zu werden oder zu vertrocknen. In Sektor 7, der sich im Nordosten befindet,

traten lediglich vereinzelte Jungtiere auf. Diese Richtung wurde deshalb als Abwanderungsrichtung ausgeschlossen.

Auf der Hauptstrasse im Südwesten (Sektoren 1 und 2) wurden immer nur vereinzelte Jungtiere beobachtet, welche versuchten diese zu überqueren. Die meisten von ihnen wurden jedoch überfahren oder vertrockneten an sehr heissen Tagen. Trotzdem wurden einzelne Tiere beobachtet, welche es lebend über die Hauptstrasse schafften. In Sektor 13 (Südwesten) traten nahe der Hauptstrasse jeweils sehr grosse Jungtier-Dichten auf. Beobachtungen zeigten, dass die meisten dieser Tiere jedoch nicht versuchten, die Hauptstrasse zu

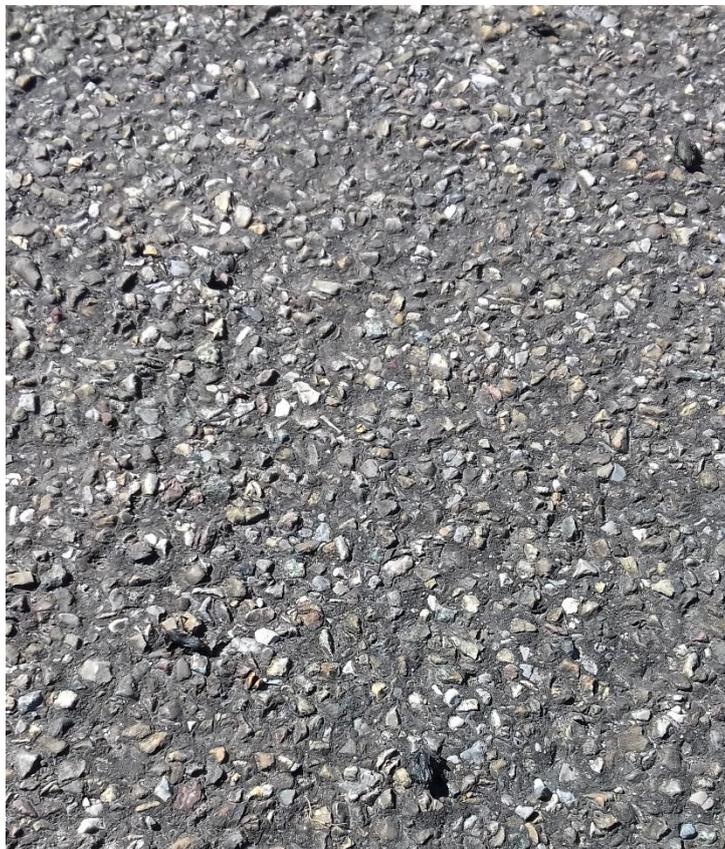


Abbildung 25: vertrocknete und/oder überfahrene Jungtiere, Bildquelle: Eigene Aufnahme von Andreas Seitz

überqueren, sondern wanderten zielstrebig Richtung Süden, in die angrenzenden Wiesen hinter dem Bauernhof. Dennoch konnten am 23. Juni 2016 ca. 300 und am 25. Juni 2016 ca. 500 tote Jungtiere (siehe Abbildung 25) beobachtet werden (in den Sektoren 1, 2, und 13). Es war nicht immer ersichtlich, ob sie zuerst überfahren wurden oder aufgrund der Hitze vertrockneten. Auf den restlichen Strassensektoren wurden ebenfalls immer wieder überfahrene Jungtiere gesichtet, da die Zufahrtsstrassen recht oft befahren wurden.

In Sektor 3, der im Westen liegt, wurden teilweise Jungtiere beobachtet, welche dem Wasserstein folgten, der die Zufahrtsstrasse gegen das Waldstück hin abgrenzt. Da nicht alle Jungtiere in der Lage waren, diesen ca. vier Zentimeter hohen Abschluss zu überwinden, lenkte er gewisse Jungtiere zu der Hauptstrasse ab, wo sie sehr oft überfahren wurden. Ebenfalls war die Böschung zum Wald hin teilweise unten abgeschält, was es den Jungtieren verunmöglichte, hinaufzukommen (siehe Abbildung 26). Die weiteren Sektoren konnten ohne Hindernisse überquert werden, ausser dass in den Strassensektoren die grosse Gefahr bestand, überfahren zu werden oder zu vertrocknen.



Abbildung 26: Lage des Wassersteins und der nicht passierbaren Böschung (rot) im Untersuchungsgebiet, Bildquelle: <https://map.geo.admin.ch>

Anhand der Schneisen, welche in die Wiesen und Ökoflächen geschnitten wurden, konnte der Verlauf der Abwanderung und die Richtungen gut nachvollzogen werden. Zuerst traten Jungtiere in den Wiesensektoren auf und später in den Strassensektoren. Somit konnte auf die Abwanderungsrichtung innerhalb der Sektoren geschlossen werden. Ausserhalb der Strassensektoren liegen weitere landwirtschaftlich genutzte Wiesen und Waldstücke. Um den Verlauf und die Abwanderungsrichtung ausserhalb dieser Sektoren zu erfassen, hätten weitere Schneisen in diese Wiesen gemäht werden müssen, um auch dort die Jungtiere im hohen Gras beobachten zu können. So wäre es auch möglich gewesen, Aussagen darüber zu machen, wie viele Jungtiere es lebend über die Hauptstrasse schafften. Während den Feldaufnahmen stand die Wiese auf der anderen Seite der Hauptstrasse so hoch, dass ein Auffinden der Jungtiere unmöglich war.

Die Feldaufnahmen für diese Arbeit fanden aus arbeitstechnischen Gründen ausschliesslich am Tag statt und der Fokus wurde auf die Tagesaktivität der Jungtiere gelegt. Um weitere Aussagen zu den Abwanderungsrichtungen zu machen, müssten ebenfalls die Wanderaktivitäten in der Nacht erfasst werden. Solche Untersuchungen, sowie das Erfassen der Jungtiere in weiteren Schneisensektoren, müsste Bestandteil weiterer Untersuchungen sein, um stichfeste Aussagen zu den grossflächigen Abwanderungsrichtungen machen zu können.

Wanderverhalten

Aussagen zum Gelände, welches die Jungtiere bevorzugt benützten, konnten nicht eindeutig gemacht werden. In manchen Wanderrichtungen (Norden, Süden und Westen), stieg das Gelände nach dem Gewässer steil bis zu den Zufahrtsstrassen an. Im Osten und Südwesten war das Gelände relativ flach. In allen Himmelsrichtungen, ausser Nordosten, gab es grössere Jungtier-Dichten, was es schwierig machte, genaue Aussagen zum bevorzugten Gelände zu machen.

An was und wie sich die Jungtiere auf ihrer Abwanderung orientierten, konnte nicht bestimmt werden. Im Osten und Westen gibt es grössere Waldbestände, welche als Orientierungselement hätten dienen können. Im Norden und Süden gibt es vereinzelt Bäume, welche auch als Orientierungspunkt hätten dienen können. Aussagen darüber zu machen, wäre aber reine Spekulation.

Auffällig war, dass es sich bei fast allen gesichteten Jungtieren um juvenile Erdkröten handelte. Sie variierten zum Teil stark in ihrer Farbe (siehe Abbildung 27). Zur Sicherheit wurden Fotos von beobachteten Jungtieren an Jonas Barandun gesendet, welcher ebenfalls bestätigte, dass es sich dabei um Erdkröten handelte. Junge Grasfrösche wurden nur fünf Stück beobachtet (siehe Abbildung 28), wobei diese fast doppelt so gross waren wie die Erdkröten. Es könnte sich dabei um jährige Tiere handeln. Laut Aussage von Jonas Barandun verlassen Grasfrösche das Wasser meistens weniger synchron wie Erdkröten und dies nur bei nassen Bedingungen und nachts. Das könnte der Grund dafür sein, weshalb Grasfrösche nur sehr selten beobachtet wurden.



Abbildung 27: Farbvariationen der juvenilen Erdkröten, Bildquelle: Eigene Aufnahme von Andreas Seitz



Abbildung 28: beobachteter juveniler Grasfrosch, Bildquelle: Eigene Aufnahme von Andreas Seitz

Eine weitere Besonderheit war in den Sektoren 6 und 8 zu beobachten. In Sektor 6 wurden immer die grössten juvenilen Erdkröten gesichtet (siehe Abbildung 29), wobei in Sektor 8 immer die Kleinsten gesichtet wurden. Eine mögliche Erklärung wäre, dass die Zufahrtsstrasse in Sektor 8 direkt an den kleinen Weiher angrenzt und somit die Jungtiere direkt gesichtet werden konnten, nachdem sie das Wasser verlassen hatten. Die Zufahrtsstrasse in Sektor 6 liegt hingegen weiter entfernt von den Weihern. Dort könnten die Jungtiere sich länger in der dazwischenliegenden Wiese aufgehalten haben und sind gewachsen, bevor sie auf der Zufahrtsstrasse gesichtet wurden. Zusätzlich traten dort grössere Ansammlungen der Jungtiere erst relativ spät auf (zwischen dem 25. und 26. Juni 2016), also gegen Ende der Feldaufnahmen. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass die dort abwandernden Erdkröten das Wasser erst später verlassen.



Abbildung 29: grössere juvenile Erdkröte in Sektor 6, Bildquelle: Eigene Aufnahme von Andreas Seitz

5 Schlussfolgerung

Abschliessend kann aufgrund der Untersuchungen gesagt werden, dass die juvenilen Amphibien grundsätzlich radiär vom Laichgewässer abwandern, sich jedoch oft von Hindernissen leiten lassen. Besonders Bahnlinien in trockenem Zustand, Strassen, Wassersteine und unüberwindbare steile Böschungen stellen für die juvenilen Amphibien in den Untersuchungsgebieten eine Gefahr dar. Sicher haben auch unbeeinflussbare Wettereinflüsse wie Hitze, Trockenheit und Temperaturstürze Auswirkungen auf das Abwanderungsverhalten und das Überleben der Amphibien.

Um eine erfolgreiche erste Abwanderung der juvenilen Amphibien und somit auch den Erhalt der Population zu gewährleisten, wäre es sinnvoll, nicht nur die adulten Tiere bei ihrer Wanderung zu schützen, sondern auch die Jungtiere. Für den Schutz der juvenilen Amphibien sollte bei den erwähnten Hindernissen angesetzt werden, um eine sichere Abwanderung zu ermöglichen.

Um weitere Aussagen über das Wanderverhalten und die grossräumigen Abwanderungsrichtungen machen zu können, wären weitere Untersuchungen auf Basis dieser Arbeit notwendig. Dabei sollte ebenfalls die Nachtaktivität der Jungtiere untersucht werden.

6 Danksagung

Wir möchten uns bei Stephan Brenneisen und Alexander Szallies bedanken, welche uns bei unserer Semesterarbeit betreut haben. Weiter bedanken wir uns bei Josef Zoller und Jonas Barandun für die Informationen über die gefundenen Jungtiere, sowie für die Unterstützung an beiden Standorten.

Beim Natuschutzgebiet Tschächli/St. Sebastian bedankt sich Lukas Noser bei Vreni Tresp, Hansruedi Möhl und Ruedi Eicher vom Verein Schaenner Natur für die Unterstützung und das Mähen der Schneisen. Ein weiterer Dank geht an Andrea Noser und Stephan Noser, welche gute Unterstützung bei den Feldaufnahmen geleistet haben.

Beim Schlossweiher bedankt sich Andreas Seitz bei Willi Troxler, Peter Brülisauer und Roland Eugster für die Erlaubnis, Schneisen in die Wiesen zu mähen. Weiteren Dank gilt Andreas Wörner und Justin Seitz für die grosse Unterstützung bei den Mäharbeiten. Ebenso grossen Dank gilt Nadja Zimmer für die Unterstützung bei den Feldbegehungen und Alexa Seitz für die Vorkorrektur der Arbeit.

Literaturverzeichnis

Amt für Raumentwicklung und Geoinformation SG. (2015). *Geoportal*. Abgerufen am 15.07.2016 von <https://www.geoportal.ch/ch/map/31?y=2752988.00&x=1258812.80&scale=10000&rotation=0>.

Amt für Umwelt und Energie. (2011). Überwachung der Kleinseen, Schlossweiher Untereggen. 7 S.

Barandun, J., & Indermaur, L. (2004). Schänis SG: NSG Tschächli / St. Sebastian Massnahmenprogramm Amphibienschutz. 9 S.

Brunken, G. (2004). Amphibienwanderungen zwischen Land und Wasser. *NVN / BSH Merkblatt*, 69, 4 S.

Bundesamt für Landestopografie. (2007). *Geodaten der Schweizerischen Eidgenossenschaft*. Abgerufen am 06.08.2016 von https://map.geo.admin.ch/?lang=de&topic=ech&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-grau&layers=ch.swisstopo.zeitreihen,ch.bfs.gebaeude_wohnungs_register,ch.bav.haltstellen-oev,ch.swisstopo.swisstlm3d-wanderwege&layers_visibility=false,false,false,false&layers_timestamp=18641231,,,&X=223620.00&Y=719405.00&zoom=6.

Fahrig, L., Pedlar, J. H., Pope, S. E., Taylor, P. D., & Wegner, J. F. (1995). Effect of road traffic on amphibian density. *Biological Conservation*, 73, S. 177-182.

Geise, U., Zurmöhle, H., Borgula, A., Geiger, A., Gruber, H., Krone, A., Kyek, M., Laufer, H., Lüneburg, H., Podloucky, R., Schneeweiss, N., Schweimanns, M., Smole-Wiener, K., & Zumbach, S. (2008). Akzeptanzkontrollen für stationäre Amphibien-Durchlassanlagen an Straßen, Vorgaben für eine Methodenstandardisierung. *Naturschutz und Landschaftsplanung*, 40(8), S. 248-256.

Gemeinde Untereggen. (nicht datiert). Infotafel zu Amphibienlaichgebiet von nationaler Bedeutung.

Kneitz, S. (1999). Besiedlungsdynamik und Entwicklung von Amphibienpopulationen in der Agrarlandschaft - Ergebnisse einer Langzeituntersuchung bei Bonn. *RANA Sonderheft*, 3, S. 21-28.

Kühnis, J. B. (2002). Die Amphibien des Fürstentums Liechtenstein. *Naturkundliche Forschung im Fürstentum Liechtenstein*, 20, 96 S.

Linthverwaltung. (2014). *Das Linthwerk - Weitblick hat Zukunft*. Abgerufen am 03.08.2016 von http://www.linthwerk.ch/index.php?option=com_content&view=article&id=49&Itemid=164.

Meyer, A., Zumbach, S., Schmidt, B., & Monney, J. (2014). *Auf Schlangenspuren und Krötenpfaden - Amphibien und Reptilien der Schweiz* (2. Ausg.). CH: Haupt Verlag.

Meyer, J. (2016). *Froschnetz*. Abgerufen am 22.07.2016 von http://www.froschnetz.ch/biologie/von_kaulquappe_zum_frosch.php.

Naturmuseum St. Gallen. (2016). *Naturmuseum St. Gallen - Naturinfo*. Abgerufen am 15.07.2016 von http://www.naturinfo.ch/fauna/amphibien/laichgebiete/laichg_amph_sg059-schlossweiher/.

Scheidegger, T. (2016). *Verein Schänner Natur*. Abgerufen am 02.04.2016 von <http://schaennernatur.ch/naturraeume>.

Schmidt, B. R. (2011). Die Bedeutung der Jungtiere für die Populationsdynamik von Amphibien. *Zeitschrift für Feldherpetologie*, 18, S. 129-136.

Tremp, V. (2016). Amphibienzählung 2016. *Amphibienzählung*,

Zoller, J. (2016). Amphibienwanderung zu den Schlossweihern in Untereggen 2016. *Schlussbericht*, 15 S.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Untersuchungsgebiet Naturschutzgebiet Tschächli/St.Sebastian, Bildquelle: https://map.geo.admin.ch	7
Abbildung 2: Durch Wildhecken und Asthaufen versperrter Zugang zum Ufer, Bildquelle: Lukas Noser	8
Abbildung 3: Luftaufnahme des Naturschutzgebietes. Zeigt die Schutzmassnahmen gegen äussere Störungen auf, Bildquelle: https://map.geo.admin.ch	8
Abbildung 4: Standort Leitzaun und Kübel für die Adulttierwanderung im Frühling, zudem sind auf der Karte die Hauptwanderrichtungen vom und zum Laichgewässer dargestellt, Bildquelle: technischer Bericht Vorprojekt Amphibienschutz Schänis	9
Abbildung 5: Untersuchungsgebiet Schlossweiher in Untereggen, Bildquelle: https://map.geo.admin.ch	10
Abbildung 6: Luftaufnahme vom Untersuchungsgebiet Schlossweiher, gibt eine Übersicht darüber, wo sich Waldstreifen, Strassen und Landwirtschaftsflächen befinden, Bildquelle: https://map.geo.admin.ch	11
Abbildung 7: Anwanderungsrichtungen der Amphibien und Position der Amphibiensperren im Gebiet Schlossweiher (Infotafel), Bildquelle: Eigene Aufnahme von Andreas Seitz	12
Abbildung 8: Temporäre Rückwandersperrre an der Hauptstrasse zwischen Goldach und Untereggen, Bildquelle: Eigene Aufnahme von Andreas Seitz	12
Abbildung 9: Stationäre Amphibiensperre an der Hauptstrasse zwischen Goldach und Untereggen, Bildquelle: Eigene Aufnahme von Andreas Seitz	12
Abbildung 10: Karte mit den gemähten Schneisen im Untersuchungsgebiet Schlossweiher, Bildquelle: https://geodata4edu.hsr.ch	13
Abbildung 11: Sektoren im Untersuchungsgebiet Schlossweiher, Bildquelle: https://geodata4edu.hsr.ch	16
Abbildung 12: juvenile Erdkröte kurz nach dem Verlassen des Wassers, Bildquelle: Lukas Noser	17
Abbildung 13: typisches Schwimmverhalten von Erdkrötenlarven, Bildquelle: Lukas Noser	17
Abbildung 14: Starke Zunahme der Jungtiere am 10.7.2106 im Uferbereich, sowie erste Beobachtungen nördlich der Hecke, Bildquelle: https://geodata4edu.hsr.ch	18

Abbildung 15: Durch den Regen vom 12.7.2016 ausgelöste Distanzierung zum Gewässer, Bildquelle: https://geodata4edu.hsr.ch	19
Abbildung 16: hohe Zahl an Jungtieren, welche sich an diesem regnerischen Tag (22.Juli) über den Gleisschotter wagten, Bildquelle: https://geodata4edu.hsr.ch	20
Abbildung 17: beobachtete Kaulquappe am 28.05.2016, Bildquelle: Eigene Aufnahme von Andreas Seitz	21
Abbildung 18: erster fast komplett metamorphosierter Froschlurch am 05.06.2016, Bildquelle: Eigene Aufnahme von Andreas Seitz	22
Abbildung 19: Jungtier-Dichten am 15.06.2016, in Sektor 16 und 17 sind ausserordentlich hohe dichten (bis 100 Tiere pro Quadratmeter) zu beobachten, Bildquelle: https://geodata4edu.hsr.ch	23
Abbildung 20: Jungtier-Dichten am 18.06.2016, in Sektor 4 und 12 sind ausserordentlich hohe dichten (bis 15 Tiere pro Quadratmeter) zu beobachten, Bildquelle: https://geodata4edu.hsr.ch	24
Abbildung 21: Jungtier-Dichten in Sektor 13 am 23.06.2016 (rot eingekreist), Bildquelle: Eigene Aufnahme von Andreas Seitz	25
Abbildung 22: Jungtier-Dichten am 25.06.2016, in manchen Sektoren sind bis zu 5 Tiere pro Quadratmeter zu beobachten, Bildquelle: https://geodata4edu.hsr.ch	26
Abbildung 23 juvenile Erdkröte bei der Überquerung des Gleisschotters, Bildquelle: Lukas Noser.....	29
Abbildung 24 juveniler Grasfrosch vor der Überquerung des Gleisschotters, Bildquelle: Lukas Noser	29
Abbildung 25: vertrocknete und/oder überfahrene Jungtiere, Bildquelle: Eigene Aufnahme von Andreas Seitz.....	32
Abbildung 26: Lage des Wassersteins und der nicht passierbaren Böschung (rot) im Untersuchungsgebiet, Bildquelle: https://map.geo.admin.ch	33
Abbildung 27: Farbvariationen der juvenilen Erdkröten, Bildquelle: Eigene Aufnahme von Andreas Seitz.....	34
Abbildung 28: beobachteter juveniler Grasfrosch, Bildquelle: Eigene Aufnahme von Andreas Seitz	34
Abbildung 29: grössere juvenile Erdkröte in Sektor 6, Bildquelle: Eigene Aufnahme von Andreas Seitz.....	35

Anhang

Wanderverhalten juveniler Amphibien Naturschutzgebiet Tschächli/ St. Sebastian



Legende

■ Schnittflächen

■ Sektor 1

■ Sektor 2

1:2'800

0 25 50 100 150 Meter

Noser Lukas
SA 1
ZHAW Wädenswil
Bachelorstudiengang
Umweltingenieurwesen
28. April 2016



Wanderverhalten juveniler Amphibien Naturschutzgebiet Tschächli/ St. Sebastian

Datum: 7. Juli 2016
Wetterlage: sonnig
Temperatur: 25°C
Oberfläche: trocken

Bemerkungen:
- erste Sichtung in Sektor 2
- Amphibien wandern nördlich Richtung Hecke
- grosser Schwarm von Erdkröten im Wasser

Sichtungen

-  Schwarm
-  2-5 pro qm
-  10-15 pro qm

Noser Lukas
SA 1
ZHAW Wädenswil
Bachelorstudiengang
Umweltingenieurwesen
28. April 2016



1:1'000

0 15 30 60 Meter



Wanderverhalten juveniler Amphibien Naturschutzgebiet Tschächli/ St. Sebastian

Datum: 8. Juli 2016
Wetterlage: sonnig
Temperatur: 26°C
Oberfläche: trocken

Bemerkungen:
- erste Sichtung nördlich der Hecke
- wenige bei westlichem Teich gesichtet

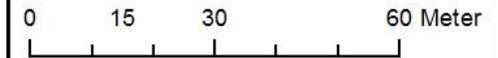
Sichtungen

- Schwarm
- vereinzelte
- 2-5 pro qm
- 16-20 pro qm

Noser Lukas
SA 1
ZHAW Wädenswil
Bachelorstudiengang
Umweltingenieurwesen
28. April 2016



1:1'000



Wanderverhalten juveniler Amphibien Naturschutzgebiet Tschächli/ St. Sebastian

Datum: 10. Juli 2016
Wetterlage: sonnig
Temperatur: 30°C
Oberfläche: trocken

Bemerkungen:
- starkes Aufkommen im Bereich des Weges
- erste Jungtiere bewegen sich in Richtung Osten

Sichtungen

-  Schwarm
-  vereinzelte
-  2-5 pro qm
-  6-10 pro qm
-  11-15 pro qm
-  16-20 pro qm

Noser Lukas
SA 1
ZHAW Wädenswil
Bachelorstudiengang
Umweltingenieurwesen
28. April 2016



1:1'000

0 15 30 60 Meter





Wanderverhalten juveniler Amphibien Naturschutzgebiet Tschächli/ St. Sebastian

Datum: 11. Juli 2016
 Wetterlage: leichter Regen
 Temperatur: 21°C
 Oberfläche: feucht

Bemerkungen:
 - erste Jungtiere in Sektor 1 gesichtet
 - Sichtungen auf der gesamten Länge des Teiches

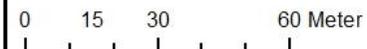
Sichtungen

- Schwarm
- 2-5 pro qm
- 6-10 pro qm
- 11-15 pro qm
- 16-20 pro qm

Noser Lukas
 SA 1
 ZHAW Wädenswil
 Bachelorstudiengang
 Umweltingenieurwesen
 28. April 2016



1:1'400





Wanderverhalten juveniler Amphibien Naturschutzgebiet Tschächli/ St. Sebastian

Datum: 12. Juli 2016
 Wetterlage: starker Regen
 Temperatur: 14°C
 Oberfläche: feucht

Bemerkungen:
 - starke Abwanderung nach Osten
 - steigender Wasserspiegel
 - einsetzende Strömung

Sichtungen

- Schwarm
- 2-5 pro qm
- 6-10 pro qm
- 11-15 pro qm

Noser Lukas
 SA 1
 ZHAW Wädenswil
 Bachelorstudiengang
 Umweltingenieurwesen
 28. April 2016



1:1'300

0 15 30 60 Meter

Wanderverhalten juveniler Amphibien Naturschutzgebiet Tschächli/ St. Sebastian

Datum: 14. Juli 2016
Wetterlage: starker Regen
Temperatur: 9°C
Oberfläche: nass

Bemerkungen:
- sehr hoher Wasserspiegel
- starke Strömung von Sektor 1 her
- sehr kalte Wetterlage
- keine Jungtiere bei Sektor 1

Sichtungen

● Schwarm
■ 2-5 pro qm

Noser Lukas
SA 1
ZHAW Wädenswil
Bachelorstudiengang
Umweltingenieurwesen
28. April 2016



1:1'000





Wanderverhalten juveniler Amphibien Naturschutzgebiet Tschächli/ St. Sebastian

Datum: 11. Juli 2016
 Wetterlage: leichter Regen
 Temperatur: 21°C
 Oberfläche: feucht

Bemerkungen:

- erste Jungtiere bei Tschacher Weiher gesichtet
- Sichtungen auf der gesamten Länge des Teiches

Sichtungen

-  vereinzelte
-  2-5 pro qm

Noser Lukas
 SA 1
 ZHAW Wädenswil
 Bachelorstudiengang
 Umweltingenieurwesen
 28. April 2016



1:1'400

0 15 30 60 Meter

Wanderverhalten juveniler Amphibien Naturschutzgebiet Tschächli/ St. Sebastian

Datum: 21. Juli 2016
Wetterlage: bewölkt
Temperatur: 20°C
Oberfläche: feucht

Sichtungen



Bemerkungen:
- Bewegungen in Sektor 1 Richtung Süden
- Jungtiere wandern vor dem Geleiseschotter hin und her
- Ansammlung bei der Hecke in Sektor 2
- Vereinzelt Amphibien auf den Kieswegen im Norden und Nordosten



Noser Lukas
SA 1
ZHAW Wädenswil
Bachelorstudiengang
Umweltingenieurwesen
28. April 2016

1:2'500

0 15 30 60 90 Meter



Wanderverhalten juveniler Amphibien Naturschutzgebiet Tschächli/ St. Sebastian

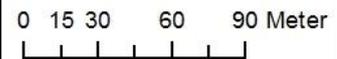
Datum: 22. Juli 2016
Wetterlage: regnerisch
Temperatur: 21°C
Oberfläche: nass

Sichtungen



Noser Lukas
SA 1
ZHAW Wädenswil
Bachelorstudiengang
Umweltingenieurwesen
28. April 2016

1:2'500



Bemerkungen:

- viele Jungtiere wandern über die Geleise in die angrenzende Wiese
- keine Jungtiere mehr in Sektor 2 gesichtet
- vermehrt Jungtiere wandern nach Süden dem Weg entlang



Wanderverhalten juveniler Amphibien Naturschutzgebiet Tschächli/ St. Sebastian

Datum: 24. Juli 2016
Wetterlage: sonnig
Temperatur: 26°C
Oberfläche: trocken

Bemerkungen:
- deutliche Abnahme an Jungtieren

Sichtungen

 vereinzelt



Noser Lukas
SA 1
ZHAW Wädenswil
Bachelorstudiengang
Umweltingenieurwesen
28. April 2016

1:2'500

0 15 30 60 90 Meter




Wanderverhalten juveniler Amphibien Naturschutzgebiet Tschächli/ St. Sebastian

Datum: 27. Juli 2016
Wetterlage: leichter Regen
Temperatur: 23°C
Oberfläche: feucht

Sichtungen



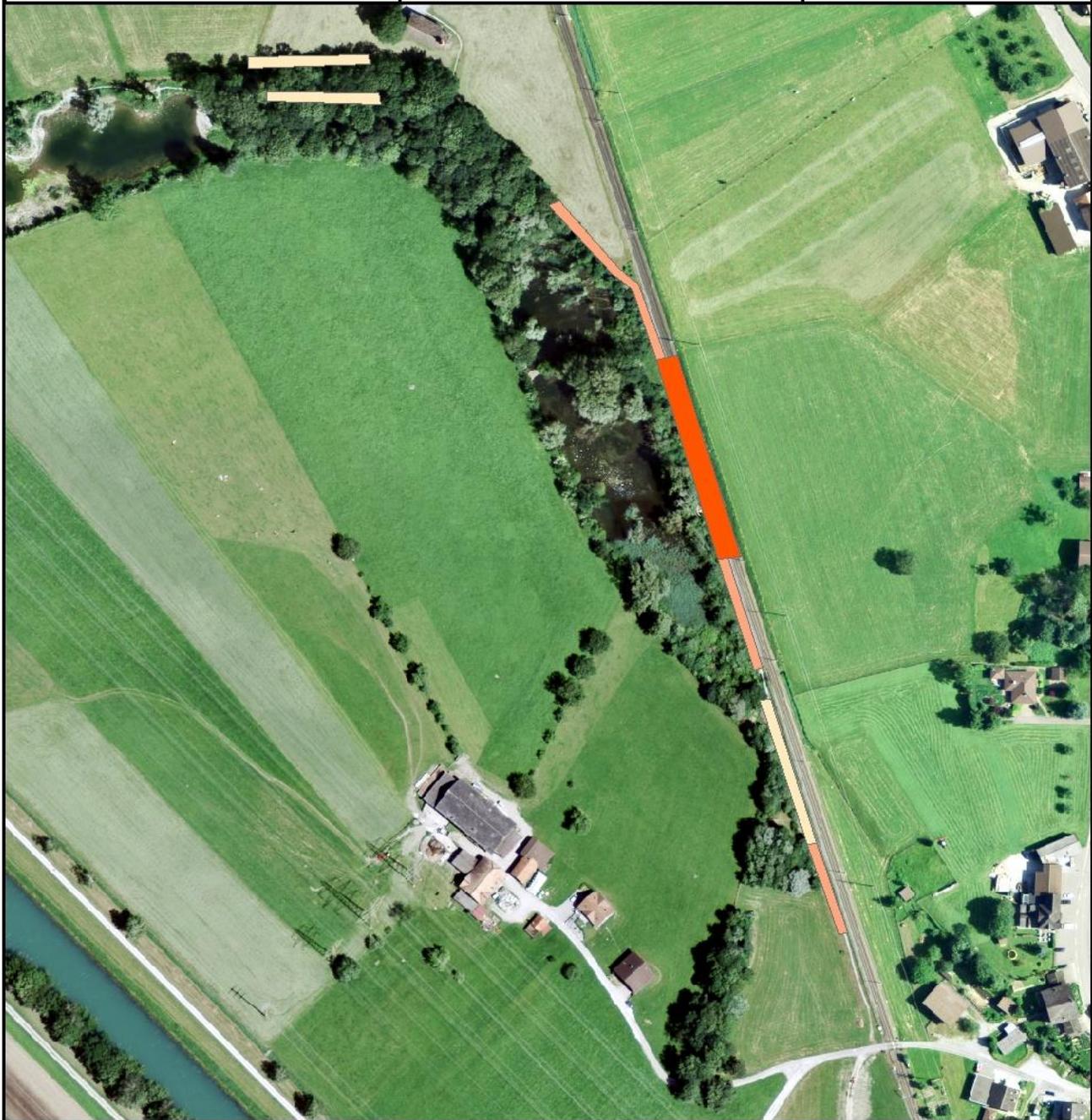
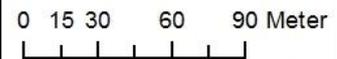
Bemerkungen:

- viele Tiere wandern über die Geleise
- Anstieg der nach Süden wandernden Jungtiere
- erstmals einige Tiere im Wald des Naturschutzgebietes



Noser Lukas
SA 1
ZHAW Wädenswil
Bachelorstudiengang
Umweltingenieurwesen
28. April 2016

1:2'500





Jungtier-Dichten in den Sektoren um die Schlossweiher in Untereggen

Jungtiere pro Quadratmeter



▨ Einzelsichtungen

Datum: 10.06.2016

Zeitpunkt: 17.00 - 18.00

Wetter: sonnig

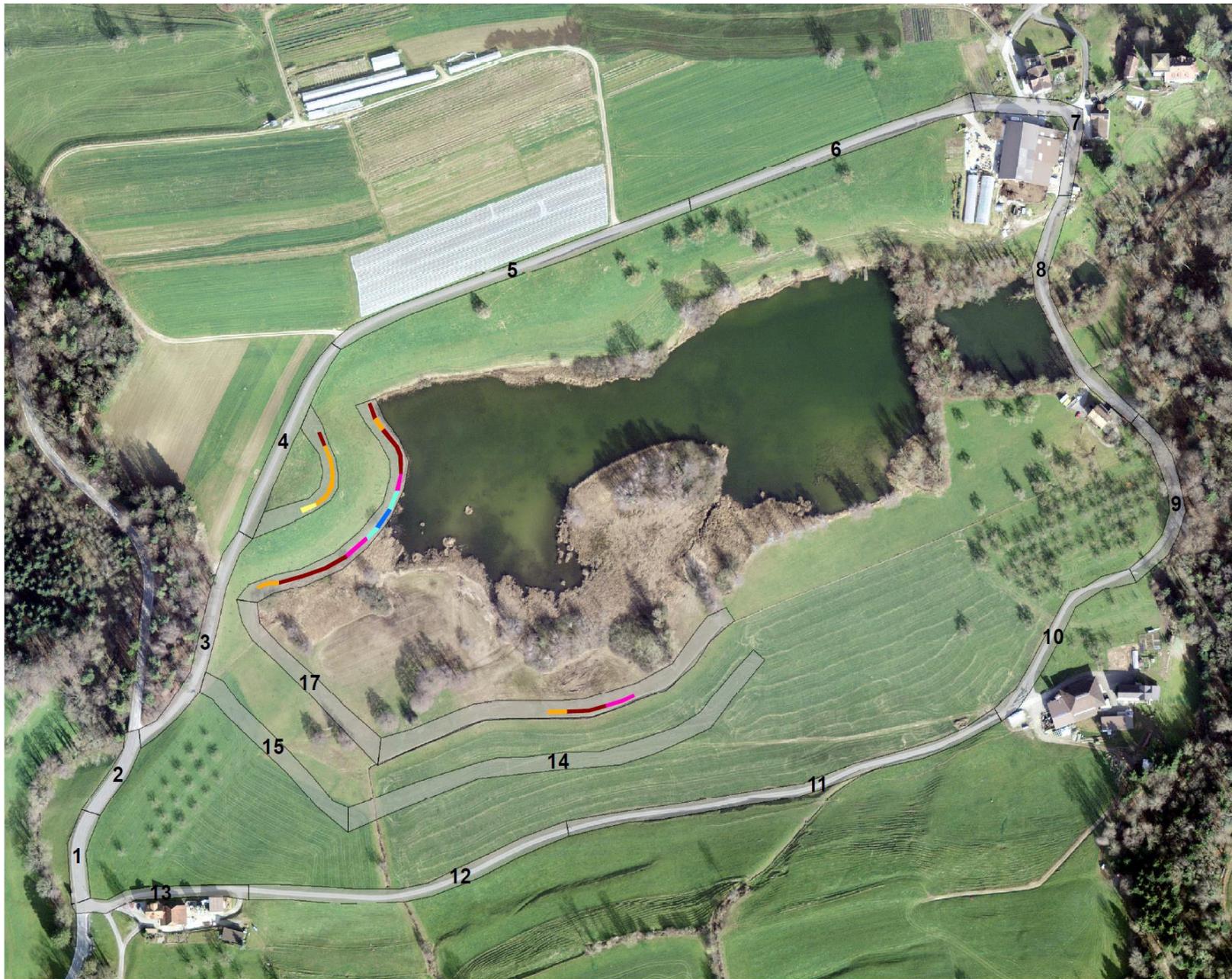
Temperatur: 25°C

Bemerkungen: Zum ersten Mal
abwandernde
Jungtiere gesichtet

Andreas Seitz, UI 14
ZHAW Wädenswil

Bildquelle: <https://geodata4edu.hsr.ch>





Jungtier-Dichten in den Sektoren um die Schlossweiher in Untereggen

Jungtiere pro Quadratmeter



 Einzelsichtungen

Datum: 11.06.2016

Zeitpunkt: 10.00 - 12.00

Wetter: wechselhaft

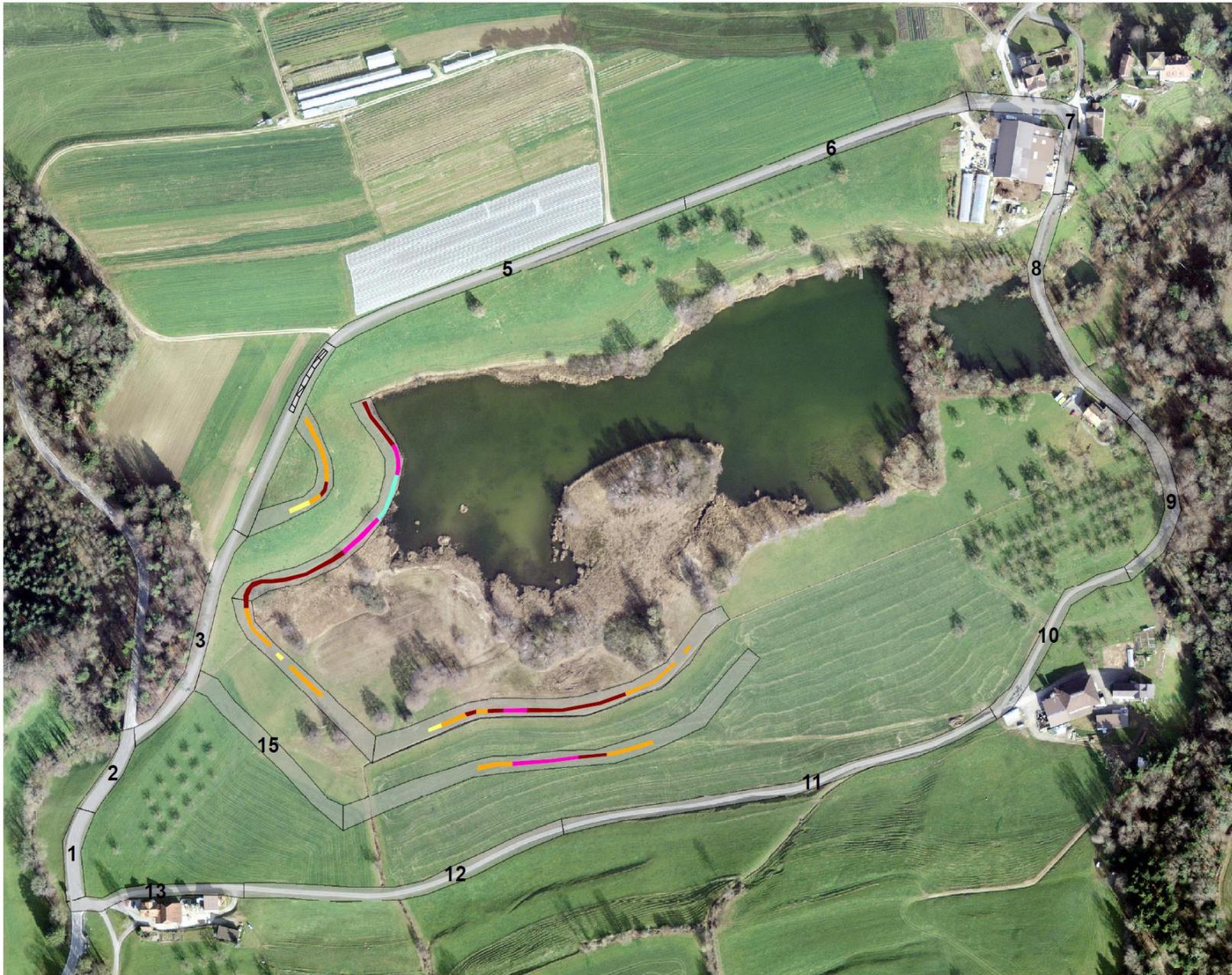
Temperatur: 20°C

Bemerkungen: in der Nacht
hatte es geregnet

Andreas Seitz, UI 14
ZHAW Wädenswil

Bildquelle: <https://geodata4edu.hsr.ch>





Jungtier-Dichten in den Sektoren um die Schlossweiher in Untereggen

Jungtiere pro Quadratmeter

- 0
- 1
- 2-5
- 6-15
- 16-30
- 31-50
- 51+
- Einzelsichtungen

Datum: 12.06.2016

Zeitpunkt: 14.40 - 16.40

Wetter: regnerisch mit starkem Wind

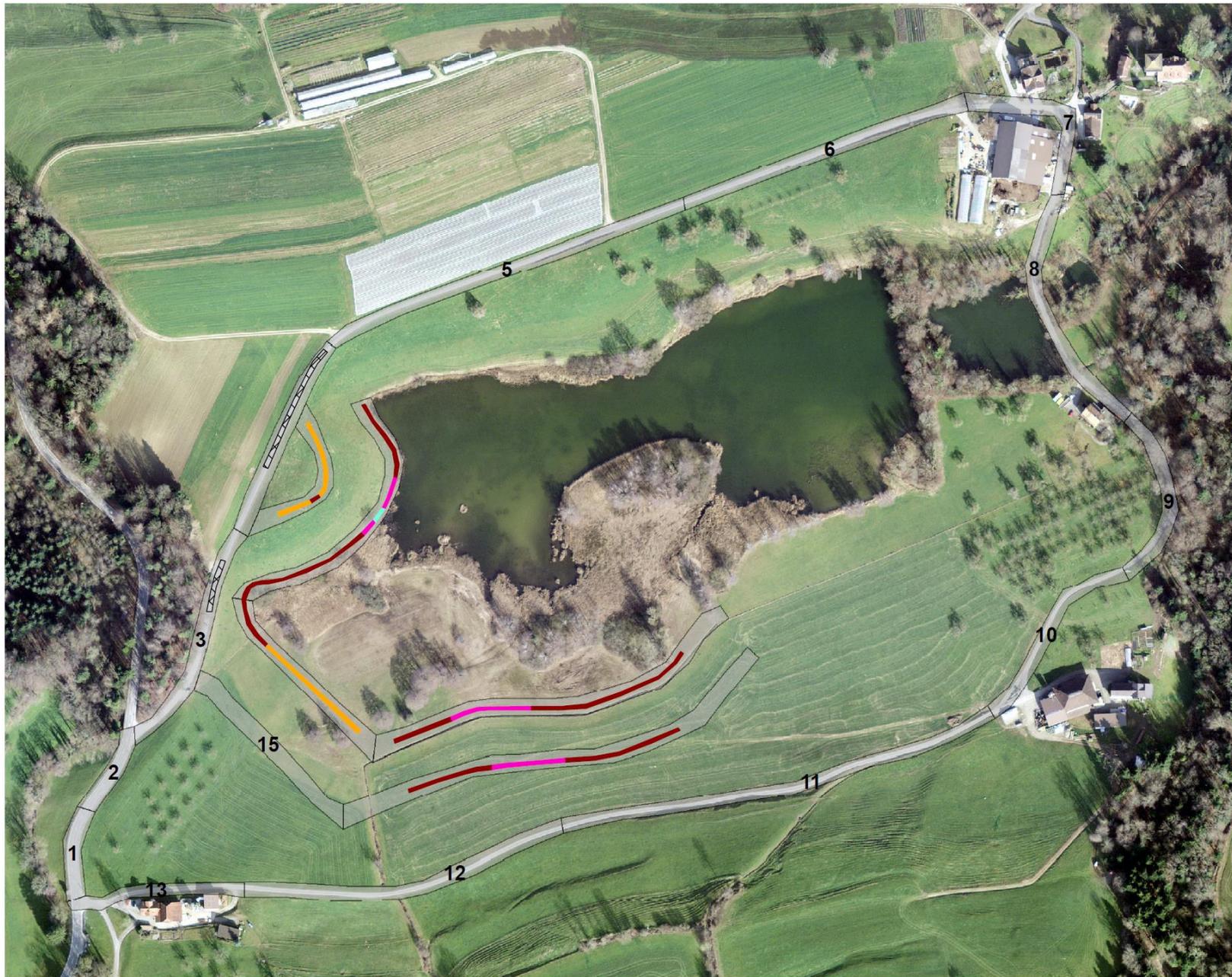
Temperatur: 20°C

Bemerkungen: zum ersten Mal Jungtiere
auf einer Zufahrtsstrasse
gesehen

Andreas Seitz, UI 14
ZHAW Wädenswil

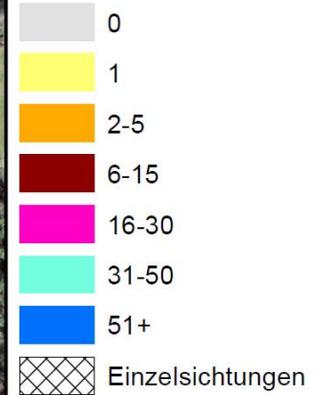
Bildquelle: <https://geodata4edu.hsr.ch>





Jungtier-Dichten in den Sektoren um die Schlossweiher in Untereggen

Jungtiere pro Quadratmeter



Datum: 13.06.2016

Zeitpunkt: 19.30 - 21.30

Wetter: regnerisch

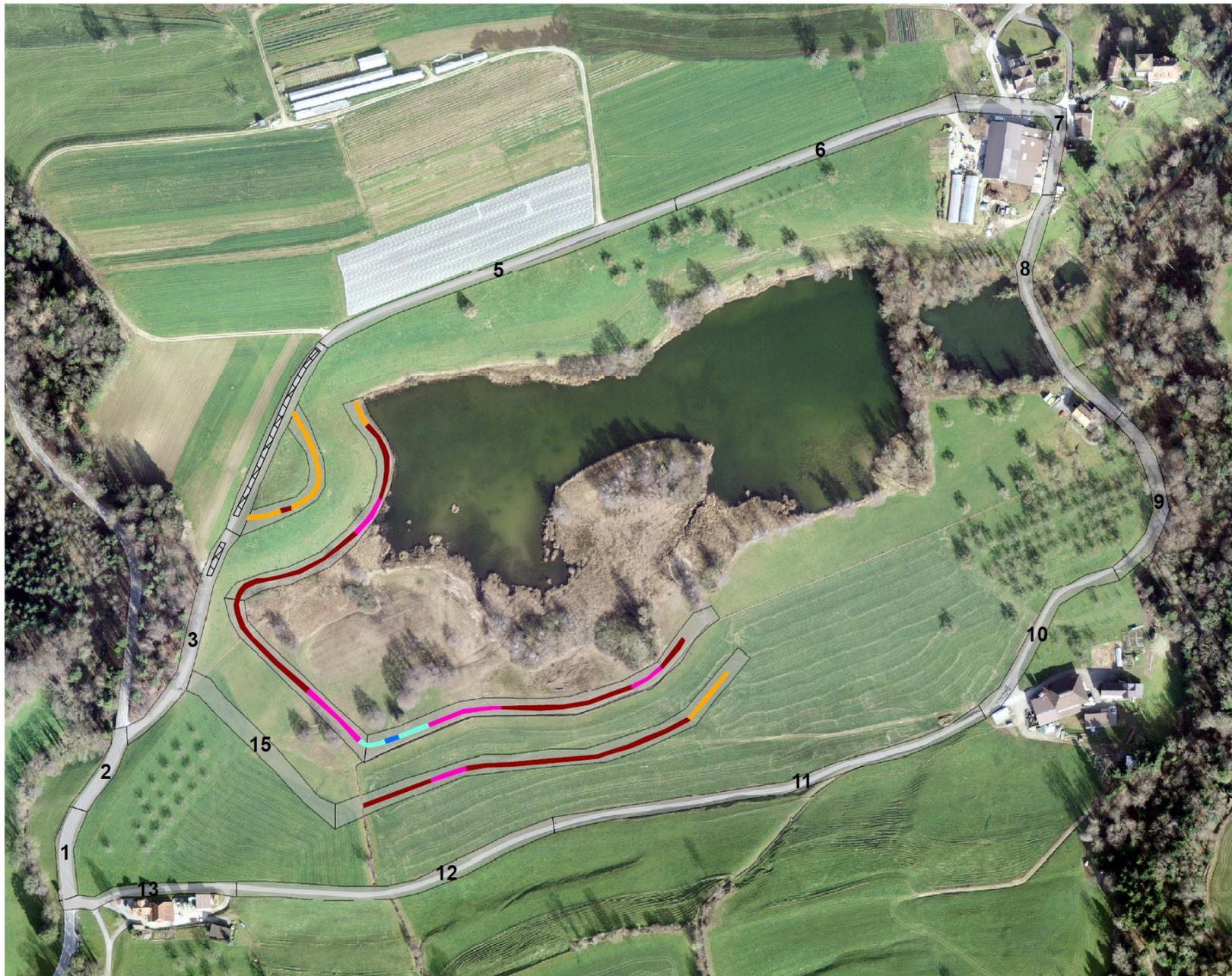
Temperatur: 15°C

Bemerkungen: zum ersten Mal Jungtiere
in Sektor 3

Andreas Seitz, UI 14
ZHAW Wädenswil

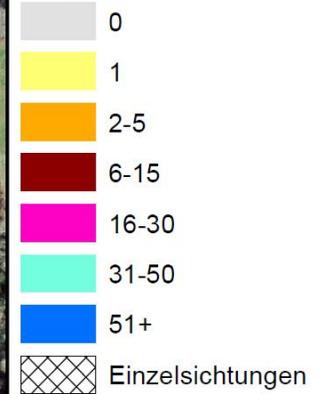
Bildquelle: <https://geodata4edu.hsr.ch>





Jungtier-Dichten in den Sektoren um die Schlossweiher in Untereggen

Jungtiere pro Quadratmeter



Datum: 14.06.2016

Zeitpunkt: 18.00 - 20.00

Wetter: regnerisch

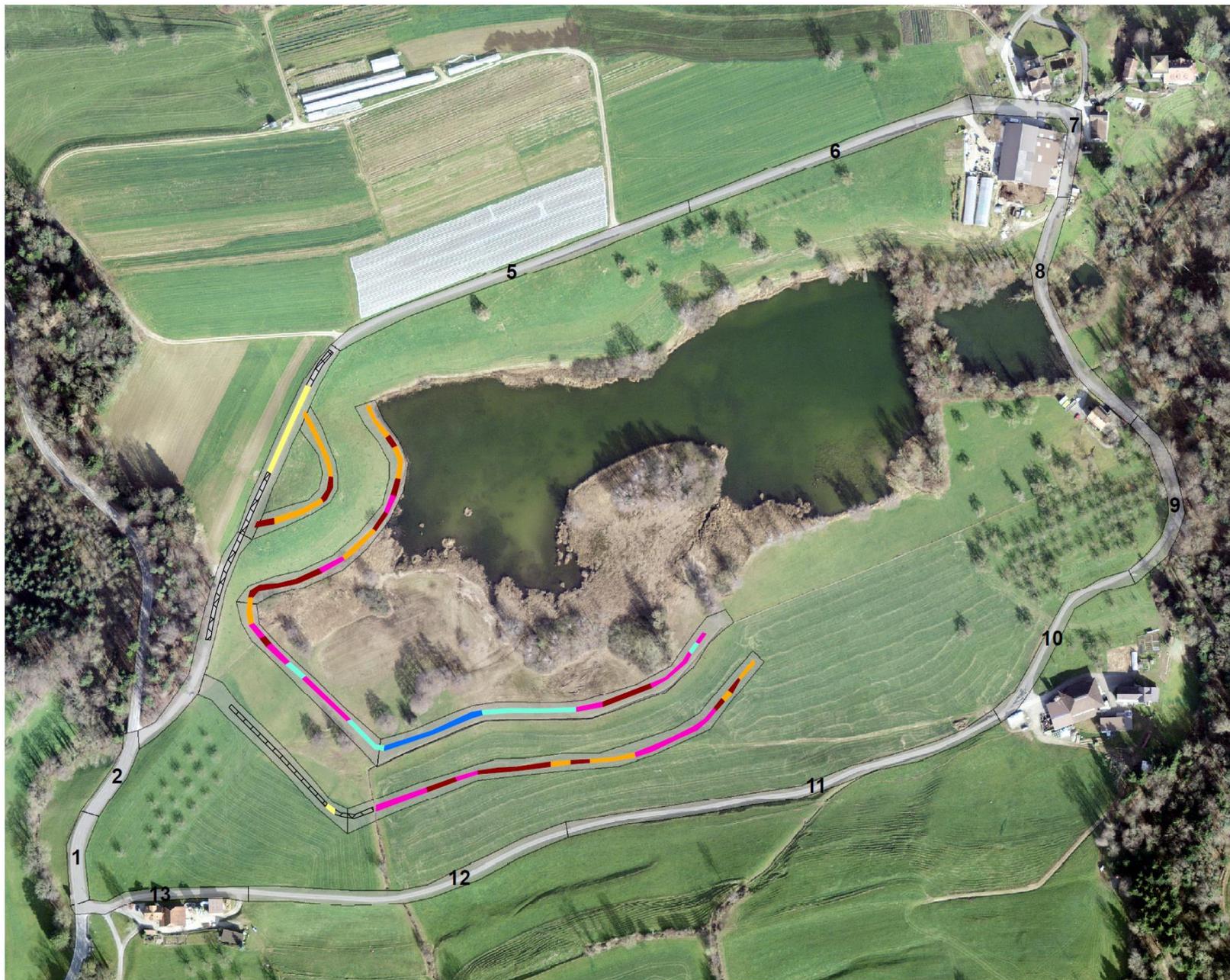
Temperatur: 15°C

Bemerkungen: weitere Dichtezunahmen in
Sektor 14, 16 und 17

Andreas Seitz, UI 14
ZHAW Wädenswil

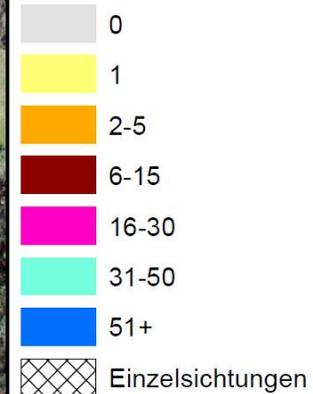
Bildquelle: <https://geodata4edu.hsr.ch>





Jungtier-Dichten in den Sektoren um die Schlossweiher in Untereggen

Jungtiere pro Quadratmeter



Datum: 15.06.2016

Zeitpunkt: 10.45 - 12.45

Wetter: wechselhaft mit Regen

Temperatur: 20°C

Bemerkungen: sehr hohe Jungtier-Dichten
in Sektor 16 und 17,
erste Sichtungen in
Sektor 15

Andreas Seitz, UI 14
ZHAW Wädenswil

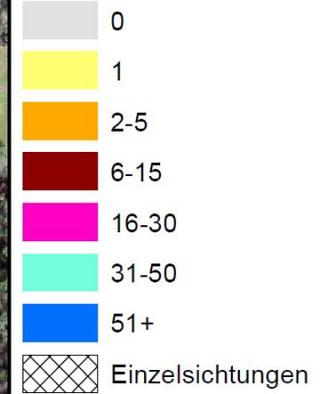
Bildquelle: <https://geodata4edu.hsr.ch>





Jungtier-Dichten in den Sektoren um die Schlossweiher in Untereggen

Jungtiere pro Quadratmeter



Datum: 16.06.2016

Zeitpunkt: 20.00 - 21.15

Wetter: konstanter Regen

Temperatur: 15°C

Bemerkungen: sehr hohen Jungtier-Dichten in Schneisen, nur noch Strassen-sektoren kontrolliert (Schneisensektoren nicht mehr dargestellt)

Andreas Seitz, UI 14
ZHAW Wädenswil

Bildquelle: <https://geodata4edu.hsr.ch>





Jungtier-Dichten in den Sektoren um die Schlossweiher in Untereggen

Jungtiere pro Quadratmeter

- 0
- 1
- 2-5
- 6-15
- 16-30
- 31-50
- 51+
- Einzelsichtungen

Datum: 17.06.2016

Zeitpunkt: 13.15 - 15.00

Wetter: bewölkt

Temperatur: 18°C

Bemerkungen: sehr hohen Jungtier-Dichten in Schneisen, nur noch Strassen-sektoren kontrolliert (Schneisensektoren nicht mehr dargestellt)

Andreas Seitz, UI 14
ZHAW Wädenswil

Bildquelle: <https://geodata4edu.hsr.ch>



Jungtier-Dichten in den Sektoren um die Schlossweiher in Untereggen

Jungtiere pro Quadratmeter



Datum: 19.06.2016

Zeitpunkt: 17.00 - 18.30

Wetter: bewölkt zum Teil Regen

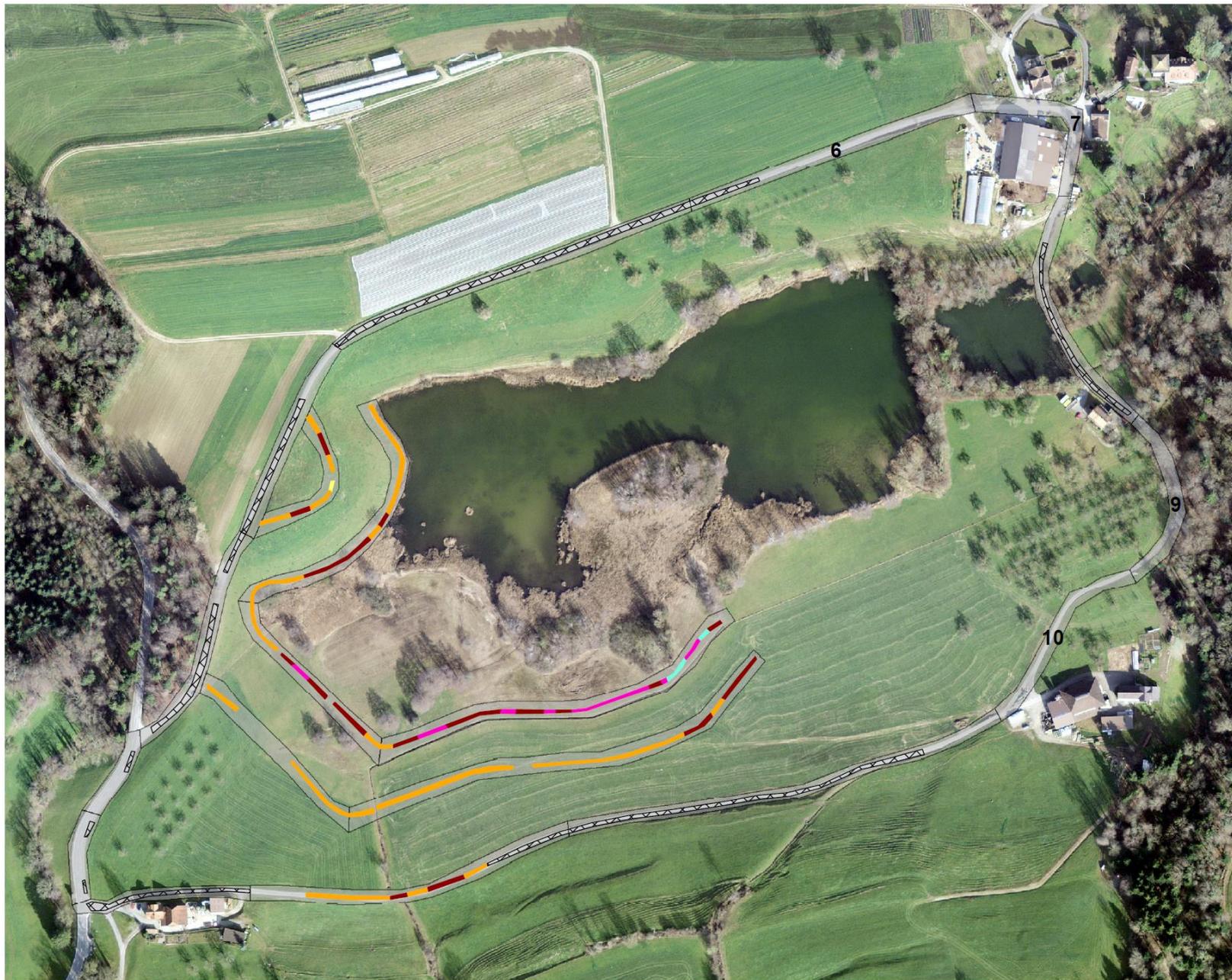
Temperatur: 16°C

Bemerkungen: nur Strassensektoren
wurden kontrolliert

Andreas Seitz, UI 14
ZHAW Wädenswil

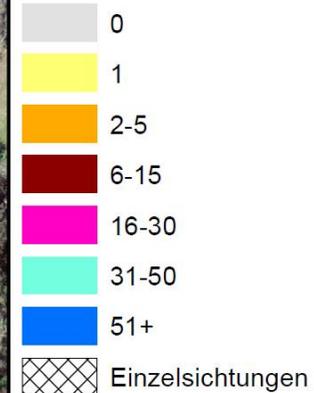
Bildquelle: <https://geodata4edu.hsr.ch>





Jungtier-Dichten in den Sektoren um die Schlossweiher in Untereggen

Jungtiere pro Quadratmeter



Datum: 20.06.2016

Zeitpunkt: 17.00 - 19.00

Wetter: sonnig, am Morgen bewölkt

Temperatur: 24°C

Bemerkungen: alle Sektoren kontrolliert,
aufgrund von hohem
Gras sind Dichte-
angaben in Schneisen-
sektoren nicht mehr
zuverlässig, erste Jungtiere
in Sektor 6

Andreas Seitz, UI 14
ZHAW Wädenswil

Bildquelle: <https://geodata4edu.hsr.ch>





Jungtier-Dichten in den Sektoren um die Schlossweiher in Untereggen

Jungtiere pro Quadratmeter



Datum: 21.06.2016

Zeitpunkt: 11.00 - 13.00

Wetter: wechselhaft, am Morgen Regen

Temperatur: 18°C

Bemerkungen: nur Strassensektoren
wurden kontrolliert

Andreas Seitz, UI 14
ZHAW Wädenswil

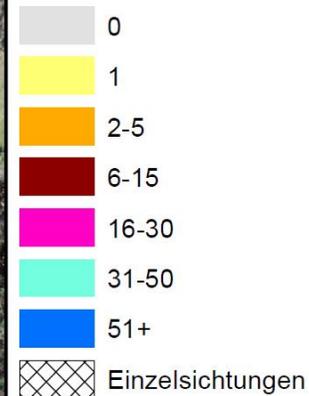
Bildquelle: <https://geodata4edu.hsr.ch>





Jungtier-Dichten in den Sektoren um die Schlossweiher in Untereggen

Jungtiere pro Quadratmeter



Datum: 22.06.2016

Zeitpunkt: 18.10 - 19.00

Wetter: sonnig, sehr warm

Temperatur: 25°C

Bemerkungen: nur Strassensektoren
wurden kontrolliert,
eine Wiese wurde frisch
gemäht, 1 Jungtier in
Sektor 10 beobachtet

Andreas Seitz, UI 14
ZHAW Wädenswil

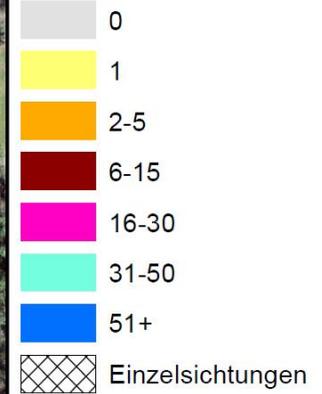
Bildquelle: <https://geodata4edu.hsr.ch>





Jungtier-Dichten in den Sektoren um die Schlossweiher in Untereggen

Jungtiere pro Quadratmeter



Datum: 23.06.2016

Zeitpunkt: 8.30 - 10.15

Wetter: sonnig, sehr warm

Temperatur: 26°C

Bemerkungen: nur Strassensektoren wurden kontrolliert, zum ersten Mal Jungtiere in Sektor 9, bei Hauptstrasse viele vertrocknete und überfahrene Jungtiere

Andreas Seitz, UI 14
ZHAW Wädenswil

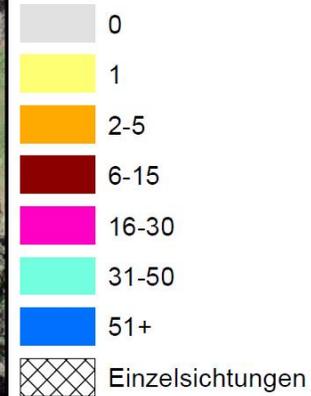
Bildquelle: <https://geodata4edu.hsr.ch>





Jungtier-Dichten in den Sektoren um die Schlossweiher in Untereggen

Jungtiere pro Quadratmeter



Datum: 24.06.2016

Zeitpunkt: 21.15 - 22.20

Wetter: beginnender Regen

Temperatur: 24°C

Bemerkungen: nur Strassensektoren
wurden kontrolliert,
die letzten Tage war
es trocken und warm

Andreas Seitz, UI 14
ZHAW Wädenswil

Bildquelle: <https://geodata4edu.hsr.ch>





Jungtier-Dichten in den Sektoren um die Schlossweiher in Untereggen

Jungtiere pro Quadratmeter



Datum: 25.06.2016

Zeitpunkt: 9.40 - 10.40

Wetter: wechselhaft

Temperatur: 22°C

Bemerkungen: nur Strassensektoren wurden kontrolliert, bei Hauptstrasse viele vertrocknete und überfahrene Jungtiere, zwei Begehungen wurden an diesem Tag gemacht

Andreas Seitz, UI 14
ZHAW Wädenswil

Bildquelle: <https://geodata4edu.hsr.ch>





Jungtier-Dichten in den Sektoren um die Schlossweiher in Untereggen

Jungtiere pro Quadratmeter



Datum: 25.06.2016

Zeitpunkt: 17.15 - 18.15

Wetter: Regen, vorher Gewitter

Temperatur: 17°C

Bemerkungen: nur Strassensektoren
wurden kontrolliert,
zwei Begehungen wurden
an diesem Tag gemacht

Andreas Seitz, UI 14
ZHAW Wädenswil

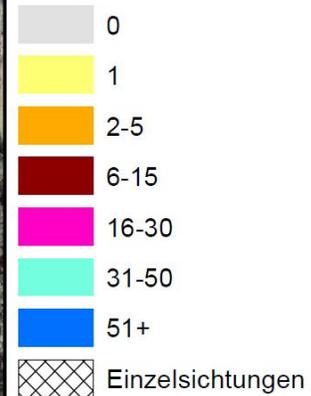
Bildquelle: <https://geodata4edu.hsr.ch>





Jungtier-Dichten in den Sektoren um die Schlossweiher in Untereggen

Jungtiere pro Quadratmeter



Datum: 26.06.2016

Zeitpunkt: 17.00 - 18.30

Wetter: bewölkt, alle Strassen noch nass

Temperatur: 18°C

Bemerkungen: nur Strassensektoren
wurden kontrolliert

Andreas Seitz, UI 14
ZHAW Wädenswil

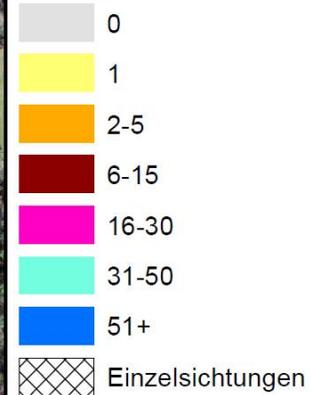
Bildquelle: <https://geodata4edu.hsr.ch>





Jungtier-Dichten in den Sektoren um die Schlossweiher in Untereggen

Jungtiere pro Quadratmeter



Datum: 27.06.2016

Zeitpunkt: 14.15 - 16.30

Wetter: sonnig, zeitweise bewölkt

Temperatur: 20°C

Bemerkungen: trotz hochstehendem
Gras in Schneisen-
sektoren wurden nochmals
alle Sektoren kontrolliert

Andreas Seitz, UI 14
ZHAW Wädenswil

Bildquelle: <https://geodata4edu.hsr.ch>





Jungtier-Dichten in den Sektoren um die Schlossweiher in Untereggen

Jungtiere pro Quadratmeter



Datum: 01.07.2016

Zeitpunkt: 8.00 - 10.00

Wetter: sonnig, Strassen noch nass

Temperatur: 21°C

Bemerkungen: nur Strassensektoren
wurden kontrolliert

Andreas Seitz, UI 14
ZHAW Wädenswil

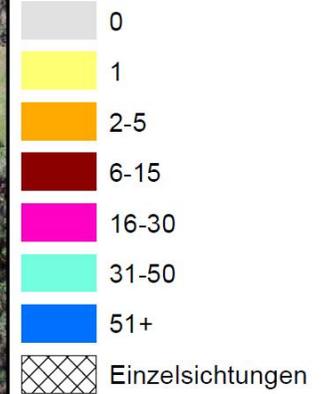
Bildquelle: <https://geodata4edu.hsr.ch>





Jungtier-Dichten in den Sektoren um die Schlossweiher in Untereggen

Jungtiere pro Quadratmeter



Datum: 12.07.2016

Zeitpunkt: 11.00 - 12.30

Wetter: bewölkt, zeitweise Regen

Temperatur: 21°C

Bemerkungen: nur Strassensektoren
wurden kontrolliert

Andreas Seitz, UI 14
ZHAW Wädenswil

Bildquelle: <https://geodata4edu.hsr.ch>

