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

Feuersalamander-Vorkommen in Wädenswil

Problemanalyse mit Hinweisen zu Fragen des Biotopverbundes

Bachelorarbeit

von

Arnaldi Valerie

Bachelorstudiengang 2013

Studienrichtung Umweltingenieurwesen

8. September 2016

Fachkorrektoren:

Dr. Brenneisen Stephan
ZHAW Life Sciences und Facility Management
Grüental, 8820 Wädenswil

Dr. Szallies Alexander
ZHAW Life Sciences und Facility Management
Grüental, 8820 Wädenswil

Abstract

The population of fire salamander *(Salamandra salamandra)* has been showing a significant decline in all of Europe for several years. The appearance of these amphibians is generally documented to be poor in Switzerland. Therefore, different areas are to be surveyed for the existence of fire salamanders by systematically counting larvae.

The municipality of Wädenswil is located on the edge of the distribution area of the banded fire salamander *(Salamandra salamandra terrestris)* on the northern side of the Alps. The aim of this thesis was to identify whether fire salamanders are found in Wädenswil, what environmental conditions the larvae need and what threats influence the different metapopulations. Furthermore, the biotope network was analysed and suggestions made for improvment. Stream sections surrounded by forest were chosen as experimental sites.

The different sections were grouped into three different parts wherein larvae were counted and different parameters were measured and documented. Each part was surveyed three times. The inspections were conducted between April and May 2016. Larvae were found at eight from a total of twelve experimental sites salamander. Streams with larvae were narrow, showed certain slope and were surrounded by steep banks. The water was rich in oxygen and had a constant cool temperature. The larvae abundance was supported by the availability of small invertebrates and the absence of fish. The inspected streams were partially connected through common stream systems. Due to the artificial structures, a biotope network of the different streams was estimated as low. The fragments of forest habitats are in part completely surrounded by settlements. An exchange between the different metapopulations is therefore more difficult.

The greatest dangers for larvae are the discharge of fertilizer and pesticides in the water, the spread of pathogens, bank erosion and lack of exits at sediment traps and catch basins. Clear cuts, more intensive forest management and conversion to pinewood forest endanger the habitat of adult fire salamanders. During migration, road traffic and manholes represent the greatest danger. To support the exchange of the different metapopulations connecting structures like hedges and tree groups should be put into place. Hazard sources like manholes and catch basins should be equipped with exit elements. Furthermore, it is suggested to continue with annual field surveys to estimate size and development of the different metapopulations.

Zusammenfassung

Der Feuersalamander *(Salamandra salamandra)* verzeichnet seit einigen Jahren in ganz Europa einen starken Rückgang. In der Schweiz sind die Bestände der Amphibienart bisher allgemein schlecht erfasst. Durch systematische Larvenzählungen sollen Gebiete Stück für Stück auf das Vorkommen von Feuersalamandern überprüft werden.

Die Gemeinde Wädenswil befindet sich am Rande des Verbreitungsgebietes des gebänderten Feuersalamanders *(Salamandra salamandra terrestris)* nördlich der Alpen. Das Ziel dieser Arbeit bestand darin, herauszufinden, ob es in der Gemeinde Wädenswil Feuersalamander-Vorkommen gibt, unter welchen Voraussetzungen Larven vorkommen und welche Gefahren auf die einzelnen Teilpopulationen einwirken. Durch Analyse des Biotopverbundes wurden entsprechende Aufwertungsmassnahmen vorgeschlagen. Als Untersuchungsstandorte wurden Bachabschnitte ausgesucht, die von Wald umgeben sind.

Die jeweiligen Bachabschnitte wurden in drei Bereiche unterteilt, in denen die Larven gezählt und verschiedene Parameter aufgenommen wurden. Jeder Bachabschnitt wurde dreimal kartiert. Die Begehungen erfolgten zwischen April und Mai 2016. An acht von insgesamt zwölf untersuchten Standorten konnten Feuersalamander-Larven verzeichnet werden. Bäche mit Larvenvorkommen waren schmal, wiesen ein gewisses Gefälle auf und waren durch steile Uferböschungen gekennzeichnet. Das Wasser war sauerstoffreich und kühl. Die Abwesenheit von Fischen und das Vorhandensein von Flussflohkrebsen scheint das Larvenvorkommen zu begünstigen. Die untersuchten Standorte sind teilweise durch gemeinsame Bachsysteme miteinander verbunden. Aufgrund der künstlichen Strukturen wird ein Biotopverbund durch die Bäche jedoch als gering eingeschätzt. Die Fragmente der Waldlebensräume sind teilweise komplett von Siedlungen umschlossen, die einen Austausch zwischen den Teilpopulationen erschweren.

Hauptgefahr für die Larven bilden der Eintrag von Dünger und Pestiziden, Verbreitung von Krankheitserregern, Ufererosionen und fehlende Ausstiegshilfen bei Geschiebesammlern und Auffangbecken. Waldrodungen, Intensivierung der Waldbewirtschaftung und Umnutzung in Nadelholzwälder gefährden den Lebensraum von adulten Feuersalamandern. Auf der Suche nach neuen Habitaten sind sie vor allem dem Strassenverkehr und Gullys ausgesetzt. Mit verbindenden Strukturelementen wie Hecken und Baumgruppen sollen die einzelnen Teilpopulationen besser miteinander vernetzt und die Migration erleichtert werden. Gefahrenquellen wie Senklöcher und Geschiebesammler sollen mit entsprechenden Ausstiegshilfen modelliert werden. Ausserdem wird empfohlen, mit jährlichen Zählungen fortzufahren, um Grösse und Entwicklung der einzelnen Teilpopulationen abschätzen zu können.

Inhaltsverzeichnis

Liste der Abkürzungen 7

1 Einleitung 8

1.1 Ausgangslage 8

1.2 Untersuchungsgebiet 9

1.3 Vorausgegangene Arbeiten 11

1.4 Zielsetzung 11

1.4.1 Fragestellungen 12

2 Theorieteil Biotopverbund 13

3 Material und Methoden 14

3.1 Vorbereitungen 14

3.1.1 Eingrenzung Arbeitsgebiet 14

3.1.2 Festlegung Erfassungsmethode und Zeitraum 17

3.1.3 Einholung Sichtungsinformationen 17

3.1.4 Fischbesatz und Krebsvorkommen 17

3.1.5 Bewilligungen 18

3.2 Feldaufnahme 18

3.2.1 Material 18

3.2.2 Erfassungsmethode 18

3.3 Auswertung 19

3.3.1 Erstellung GIS-Karten 20

3.3.2 Statistische Auswertung 20

4 Ergebnisse 21

4.1 Vorkommen von Feuersalamandern in Wädenswil 21

4.2 Voraussetzungen zum Vorkommen von Feuersalamandern 25

4.2.1 Abiotische Umweltfaktoren 25

4.2.2 Biotische Umweltfaktoren 28

4.3 Biotopverbund-System und Gefahren 32
4.3.1 Lebensraum Larven 32
4.3.2 Lebensraum adulte Feuersalamander 33
5 Diskussion 36
5.1 Methoden 36
5.2 Ergebnisse 37
5.2.1 Vorkommen 37
5.2.2 Abiotische Umweltfaktoren 38
5.2.2.1 Elektrische Leitfähigkeit 38
5.2.2.2 Sauerstoffgehalt 39
5.2.2.3 Wassertemperatur 39
5.2.2.4 Ph-Wert 40
5.2.2.5 Bachgefälle 40
5.2.2.6 Böschungsgefälle 40
5.2.2.7 Bachbreite 41
5.2.3 Biotische Umweltfaktoren 41
5.2.4 Biotopverbund 42
5.2.4.1 Larven 42
5.2.4.2 Adulte Feuersalamander 43
5.2.5 Gefahren 44
5.2.5.1 Strassen und Siedlungen 44
5.2.5.2 Landwirtschaft 45
5.2.5.3 Ufererosion 45
5.2.5.4 Waldbewirtschaftung 45
5.2.5.5 Geschiebesammler und Auffangbecken 46
5.2.5.6 Krankheiten und Pestizide 46
5.3 Fazit 47

5.4 Empfehlung für weiteres Vorgehen 48
5.4.1 Erfassung Bestandesgrösse und mehrjähriges Monitoring 48
5.4.2 Schutz von Lebensräumen und Förderung Biotopverbund 49
6 Literaturverzeichnis 53
Bilderverzeichnis 58
Tabellenverzeichnis 59
Anhang 1 Aufgabenstellung 60
Anhang 2 Unterteilung Bäche 62
Anhang 3 Protokollblatt 74
Anhang 4 Antragsformular CSCF 75
Anhang 5 Verfügung 76
Anhang 6 Larvenvorkommen 80
Anhang 7 Statistische Auswertung 83
Anhang 8 Plagiatserklärung 90

Liste der Abkürzungen

BAFU	Bundesamt für Umwelt
CSCF	Centre Suisse de Cartographie de la Faune
DGHT	Deutschen Gesellschaft für Herpetologie und Terrarienkunde
IUCN	Weltnaturschutzorganisation
KARCH	Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz
LEK	Landschaftsentwicklungskonzept

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Der Feuersalamander *(Salamandra salamandra)* ist eine Amphibienart aus der Ordnung der Schwanzlurche *(Caudata)* und gehört zur Familie der Molche und Salamander *(Salamandridae)* (Meyer, Zumbach, Schmidt, & Monney, 2009). Sein Verbreitungsgebiet erstreckt sich von Süd- über West- und Mittel- bis Südosteuropa, wobei Bulgarien, Rumänien und die Slowakei die östliche Grenze der Verbreitung markieren (Thiesmeier-Hornberg, 1988). Der Feuersalamander bevorzugt Höhenlagen zwischen 200 und 1700 m ü. M (Meyer, Zumbach, Schmidt, & Monney, 2009). Das gesamte europäische Verbreitungsgebiet wird in mehrere Unterarten unterteilt (Thiesmeier-Hornberg, 1988). In der Schweiz kommen zwei davon vor (Meyer, Zumbach, Schmidt, & Monney, 2009). Auf der Alpensüdseite befindet sich das Einzugsgebiet des Gefleckten Feuersalamanders *(Salamandra salamandra salamandra)* (KARCH, 2016). Auf der Alpennordseite hingegen ist der Gebänderte Feuersalamander *(Salamandra salamandra terrestris)* verbreitet (KARCH, 2016). Ausgewachsene Tiere erreichen eine Länge von 14 - 17 cm und sind durch ihre charakteristische Färbung und Erscheinung kaum mit anderen Amphibien zu verwechseln (Meyer, Zumbach, Schmidt, & Monney, 2009). Die schwarze Grundfarbe wird durch gelbe Flecken bzw. Bändermuster unterbrochen, die sich in ihrer Form und Ausprägung von Individuum zu Individuum unterscheiden (Stresemann, Senglaub, Hannemann, & Klausnitzer, 2011). Auf der Körperoberseite befinden sich gut sichtbare Drüsen, die zur Produktion eines Hautgiftes und damit zur Verteidigung vor Fressfeinden dienen (Meyer, Zumbach, Schmidt, & Monney, 2009).

Feuersalamander sind zurückhaltende und nachtaktive Waldbewohner (Glandt, 2008). Häufig leben sie in schwer zugänglichen Mischlaubwäldern entlang eines Baches mit steilen Böschungen (Meyer, Zumbach, Schmidt, & Monney, 2009). Ihre Nahrung besteht vorwiegend aus Schnecken, Würmern, Insekten und Spinnen (Stresemann, Senglaub, Hannemann, & Klausnitzer, 2011). Die Paarung erfolgt zwischen März und September und findet oft in milden Regennächten statt (Glandt, 2008). Der Feuersalamander ist die einzige Art aus der Familie der Schwanzlurche, die keinen Laich sondern entwickelte Larven ablegt (Meikl, 2014). Dieser Vorgang wird in der Fachsprache als Larviparie bezeichnet (Meikl, 2014). Im Gegensatz zu den meisten anderen Amphibienarten legen Feuersalamander ihre Nachkommen in Fliessgewässern und nicht in stehenden Gewässern ab (Meyer, Zumbach, Schmidt, & Monney, 2009). Die Ablage erfolgt im Frühjahr (Glandt, 2008). Die Entwicklungszeit der Larven beträgt drei bis sechs Monate und hängt vom Nahrungsangebot ab, das hauptsächlich aus Bachflohkrebsen und Wasserinsekten besteht (Meyer, Zumbach, Schmidt, & Monney, 2009). Im Gegensatz zu anderen Amphibienarten weist der Feuersalamander mit 10 bis 30 Larven pro Weibchen eine vergleichsweise kleine Reproduktionsrate auf (Meyer, Zumbach, Schmidt, &

Monney, 2009). Trotzdem gehört er zu den typischen r-Strategen was die Fortpflanzung betrifft. Die Larvensterblichkeit ist durch Prädation und andere Umweltfaktoren sehr hoch. Wenn ein Feuersalamander jedoch erst einmal die Metamorphose erreicht hat, hat er eine Lebenserwartung von bis zu 20 Jahren (Glandt, 2008). Die Sterblichkeit im adulten Stadium liegt unter normalen Voraussetzungen bei geringen 10 % (Meyer, Zumbach, Schmidt, & Monney, 2009). Mit zwei bis vier Jahren sind Feuersalamander geschlechtsreif (Meyer, Zumbach, Schmidt, & Monney, 2009). Als Winterquartier suchen sich die Tiere vielfältige und frostgeschützte Kleinstrukturen wie Steinhaufen, Felsspalten, Hohlräumen unter Baumwurzeln und Höhlen aus (Stresemann, Senglaub, Hannemann, & Klausnitzer, 2011). In dieser Zeit nehmen die Amphibien keine Nahrung zu sich (Freytag, 1955).

Durch die versteckte Lebensweise sind die Bestände des Feuersalamanders allgemein schwer erfassbar und bisher speziell auf der Alpennordseite kaum systematisch dokumentiert (KARCH, 2016). Bei den erfassten Standorten handelt es sich vor allem um gemeldete Zufallssichtungen einzelner Individuen durch Privatpersonen (Centre Suisse de Cartographie de la Faune (CSCF - Info Fauna), 2016). Auf der Roten Liste der gefährdeten Amphibien der Schweiz 2005 ist der Feuersalamander als vulnerable (gefährdet) eingestuft mit Bemerkung des unerklärten Rückganges der Bestände (KARCH, 2016). Die Kategorien beschreiben den Grad der Gefährdung nach den Forderungen der Weltnaturschutzorganisation IUCN (KARCH, 2016). Aufgrund des europaweiten Rückganges wurde der Feuersalamander von der Deutschen Gesellschaft für Herpetologie und Terrarienkunde (DGHT), welcher von der Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz (KARCH) fachlich unterstützt wird, zum Lurch des Jahres 2016 ernannt (Werner, Schulte, & Kwet, 2015).

Die KARCH wurde vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) beauftragt, die Rote Liste der Amphibien zu aktualisieren. Aufgrund der bisher nicht systematischen Inventarisierung der Feuersalamander- Vorkommen will die KARCH die Kenntnisse zur Verbreitung und Bestandes-Entwicklung in der Schweiz verbessern und ruft auf ihrer Website Freiwillige zur Mitarbeit auf. (KARCH, 2016)

1.2 Untersuchungsgebiet

Die Gemeinde Wädenswil befindet sich am Rande des Verbreitungsgebietes des Feuersalamanders nördlich der Alpen (KARCH, 2016). Zahlreiche kleine Bäche fliessen noch immer durch ihre natürlich in die Landschaft geschnittenen Tobel, die sich durch trichterförmige Schluchten mit steilem Bach- und Böschungsgefälle auszeichnen (Planen und Bauen, AquaTerra, ZHAW, 2012). Bei den Bächen und Feuchtgebieten in Wädenswil und Umgebung handelt es sich demzufolge um potenziell geeignete Lebensräume für Feuersalamander. Sie sollen deshalb auf deren Bestände untersucht werden. Abbildung 1 gibt einen Überblick über das Untersuchungsgebiet. Zur Orientierung dient die Verbreitungskarte über das Vorkommen von Feuersalamandern in der Schweiz.

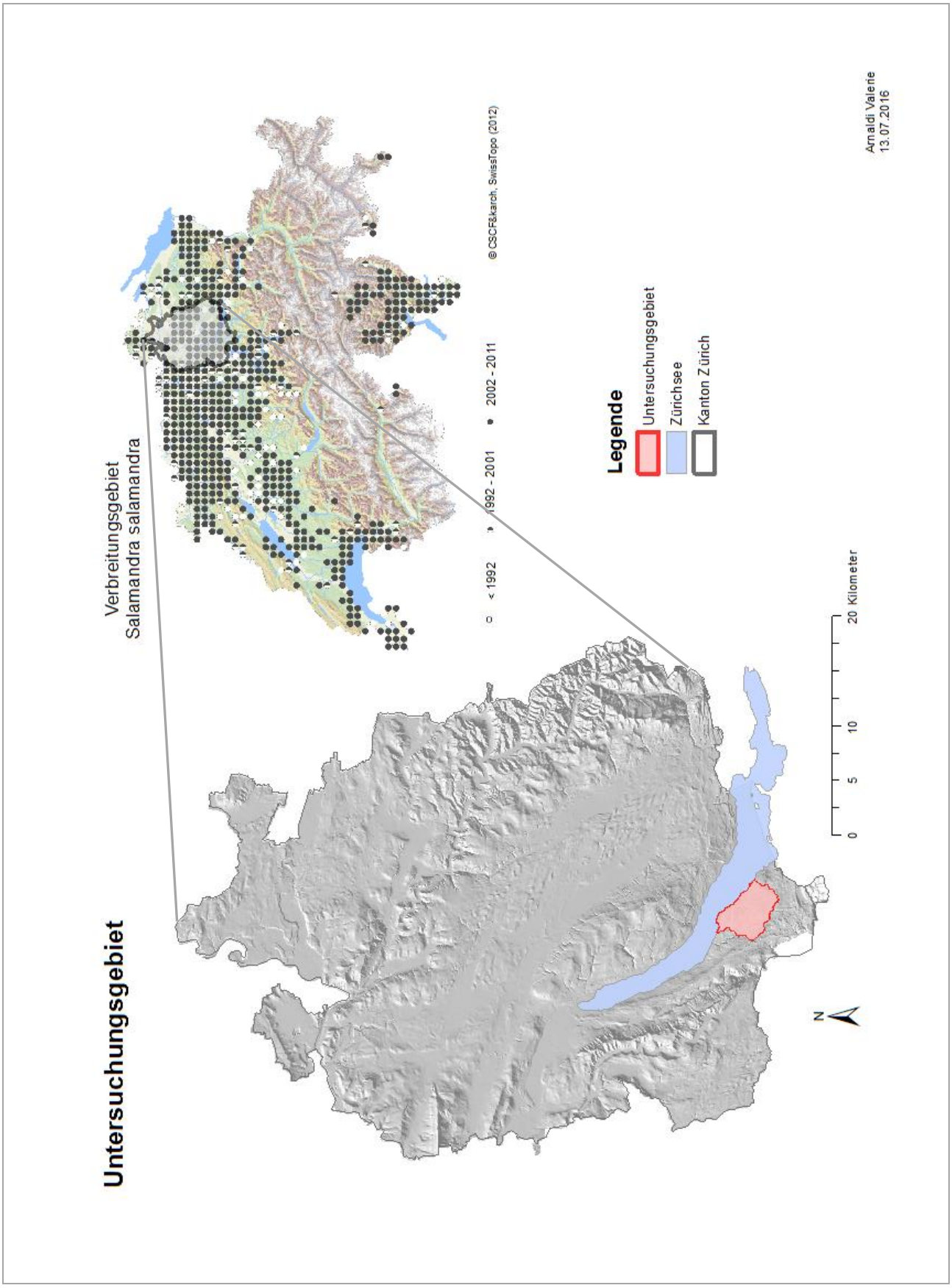


Abbildung 1: Darstellung Untersuchungsgebiet in Kombination mit dem schweizweiten Verbreitungsgebiet von Salamandra salamandra

1.3 Vorausgegangene Arbeiten

Die charakteristischen Bachtobel sind rund um den Zürichsee zu finden. Sie entspringen natürlichen Quellen und münden in den See. Um eine möglichst vollständige Übersicht der Feuersalamander-Vorkommen zu erhalten, sollen solche Gebiete langfristig und detailliert erfasst und dokumentiert werden. Mit zunehmender Siedlungs- und Landwirtschaftsfläche wurden viele dieser Fliessgewässer eingedolt oder kanalisiert. Einige Abschnitte wurden jedoch aufgrund der geomorphologischen Situation in ihrer naturnahen Form innerhalb von kleinen Waldfragmenten erhalten, aber von Siedlungsgebieten mehr und mehr umschlossen.

In der Bachelorarbeit einer Studienabgängerin UI08 der ZHAW Wädenswil wurden bereits Bestände des Feuersalamanders im Gebiet Pfannenstiel am nördlichen Zürichsee-Ufer systematisch erfasst und spezifisch auf die Auswirkungen der Urbanisierung analysiert. In der Arbeit wurde als Hypothese angenommen, dass potenziell geeignete Standorte, die stärker von der Urbanisierung betroffen sind, eine geringere Vorkommens-Wahrscheinlichkeit von Feuersalamandern aufweisen. Die Ergebnisse aus dieser Arbeit konnten jedoch keinen negativen Einfluss von Siedlungen und Strassen auf die Vorkommens-Wahrscheinlichkeit von Feuersalamandern erbringen. Es wurde angenommen, dass strukturreiche Gärten vom Feuersalamander als Ersatzhabitat angenommen und Verluste einzelner Individuen durch umliegende Strassen durch eine höhere Reproduktionsrate ausgeglichen werden. (Brogli, 2011)

1.4 Zielsetzung

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die Feuersalamander-Vorkommen in Wädenswil (Kanton Zürich, Schweiz) an lebensraumtypischen Standorten zu erfassen. In erster Linie geht es darum, einen Überblick über vorhandene Bestände zu beschaffen. Die Daten dienen nach Möglichkeit als Grundlage für weitere Analysen betreffend Bestandes-Grösse und Verbreitung. Da sich adulte Tiere vorwiegend nachts und bei Regen bewegen und daher eher schwierig zu orten sind, beschränkt sich die Erfassung und Zählung ausschliesslich aufs Larvenstadium (Schmidt & Zumbach, 2016). Eine Kopie der Aufgabenstellung befindet sich in Anhang 1.

Die Arbeit umfasst folgende Teilbereiche:

- Larvenzählung in ausgewählten Bachabschnitten
- Aufnahme verschiedener Parameter und Strukturen im Lebensraum der Larven sowie in der direkten Umgebung
- Auswertung der aufgenommenen Parameter
- Analyse von Problembereichen
- Vorschläge für Aufwertungsoptionen von Habitat und Biotopverbund

Im Landschaftsentwicklungskonzept (LEK) Wädenswil sind unter anderem Ziele und Massnahmen zu einer nachhaltigen Nutzung der Landschaft sowie zur ökologischen Aufwertung definiert (Planen und Bauen, AquaTerra, ZHAW, 2012). Das natürliche Habitat des Feuersalamanders unterscheidet sich wesentlich von den Ansprüchen anderer Amphibienarten und wird bisher im LEK nicht berücksichtigt. Der Nachweis dieser Tierart könnte ins Management der ökologischen Aufwertung von Bächen, Wäldern und Vernetzungsstrukturen einfliessen. Deshalb sollen die Ergebnisse dieser Arbeit nach Möglichkeit ins LEK Wädenswil einbezogen werden (vgl. Aufgabenstellung Anhang 1).

1.4.1 Fragestellungen

In welchen Gebieten in Wädenswil kommen Feuersalamander vor?

Unter welchen Voraussetzungen kommen Feuersalamander-Larven vor?

Sind für Feuersalamander nutzbare Strukturelemente zwischen den Teilpopulationen zur Förderung des Biotopverbundes erkennbar?

Welche Gefahren können auf die einzelnen Teilpopulationen einwirken?

2 Theorieteil Biotopverbund

Der Lebensraum einer Art ist sehr heterogen. Oft besteht ein grösseres Gebiet aus einem System von Habitaten unterschiedlicher Qualität, das einen Austausch zwischen den Teilpopulationen und einzelnen Individuen ermöglicht - einer sogenannten Metapopulation (Senn & Kuehn, 2014). Teilpopulationen in Habitaten mit vergleichsweise schlechteren Umweltbedingungen (z.B. weniger Nahrungsressourcen oder grösserer Prädatorendruck) haben in der Regel eine höhere Sterberate und weniger Nachwuchs (Senn & Kuehn, 2014). Sie sterben durch Isolation und ohne Zuwanderung aus anderen Teilpopulationen aus (Senn & Kuehn, 2014). Solche Szenarien können durch natürliche Prozesse wie eine höhere Mortalität durch unterschiedliche Umweltfaktoren oder eine vorübergehende Verschiebung der Geschlechterverhältnisse ausgelöst werden (Senn & Kuehn, 2014). Eine funktionierende Vernetzung innerhalb eines Biotopverbundes ist deshalb eine wichtige Grundlage zur populationsdynamischen Verbesserung durch die Einwanderung einzelner Individuen von Nachbarspopulationen mit hohen Vorkommens-Dichten (Seidel, Pintar, & Gruber, 1996).

Durch die zunehmende Bevölkerung und den Ausbau der Siedlungen werden nicht nur Lebensräume zerstört, sondern durch die damit verbundene Ausdehnung der Infrastruktur auch Populationen zerschnitten. Das Passieren entsprechender Hindernisse ist oft mit hohen Risiken verbunden. Wie passabel eine Strasse oder ein anderes Hindernis ist, hängt von der Umzäunung, der Breite und der Verkehrsfrequenz ab. Aufgrund ihrer Grösse benötigen Amphibien und andere kleine Arten mehr Zeit, um solche Barrieren zu überwinden und halten sich somit auch länger in der Gefahrenzone auf. (Senn & Kuehn, 2014)

Gemäss Orser & Shure (1972) nimmt die Artenvielfalt von Salamandern, die auf Fliessgewässer angewiesen sind, mit zunehmender Urbanisierung ab.

3 Material und Methoden

3.1 Vorbereitungen

3.1.1 Eingrenzung Arbeitsgebiet

Das Untersuchungsgebiet der vorliegenden Arbeit wurde auf die Gemeinde Wädenswil (Kanton Zürich, Schweiz) beschränkt. Der Hauptlebensraum und das Fortpflanzungsgebiet von Feuersalamandern besteht aus feuchten Laubmischwäldern (Fritz & Küster, 2002; Meyer, Zumbach, Schmidt, & Monney, 2009). Für die Larvenablage bevorzugt der Feuersalamander beschattete, saubere und sauerstoffreiche Waldbäche (Seidel, Pintar, & Gruber, 1996; Freytag, 1955; Meyer, Zumbach, Schmidt, & Monney, 2009). Oft sind die Larven in Quellnähe mit konstanten Wassertemperaturen zu finden (Thiesmeier-Hornberg, 1988).

Für die Kartierung wurden Bachabschnitte in der Gemeinde Wädenswil ausgewählt, die von Wald umgeben sind. Als Hilfsmittel zur Auswahl der Standorte diente die Landeskarte im GIS-Browser (Kanton Zürich, 2016). Insgesamt wurden zwölf verschiedene Bäche in der Gemeinde auf Larvenvorkommen überprüft. Die Gewässer-Ökomorphologie der ausgewählten und untersuchten Bachabschnitte wird weitgehend als naturnah oder wenig beeinträchtigt eingestuft (Kanton Zürich, 2016). Um eine möglichst umfassende Übersicht über das Vorkommen von Feuersalamander-Larven im ausgewählten Gebiet zu erhalten, wurden bei den Kartierungen jeweils die gesamten Bachabschnitte innerhalb des Waldes abgesucht. Bei Bächen, die in offenes unbewaldetes Terrain führen und nicht kanalisiert oder eingedolt sind, wurden auch die Abschnitte nach dem definierten Untersuchungsgebiet auf Larven überprüft. Dieses Vorgehen diente als Kontrolle und zur Überprüfung, ob Larven abgeschwemmt werden. Dies betraf insbesondere den unbewaldeten Abschnitt zwischen dem mittleren und unteren Teil des Zopfbaches sowie die Wiese zwischen dem oberen und mittleren Teil des Tiefenhofbaches. Abbildung 2 gibt einen Überblick über die untersuchten Bachabschnitte im festgelegten Untersuchungsgebiet in der Gemeinde Wädenswil. Zur Orientierung dient das Relief des Kantons Zürich.

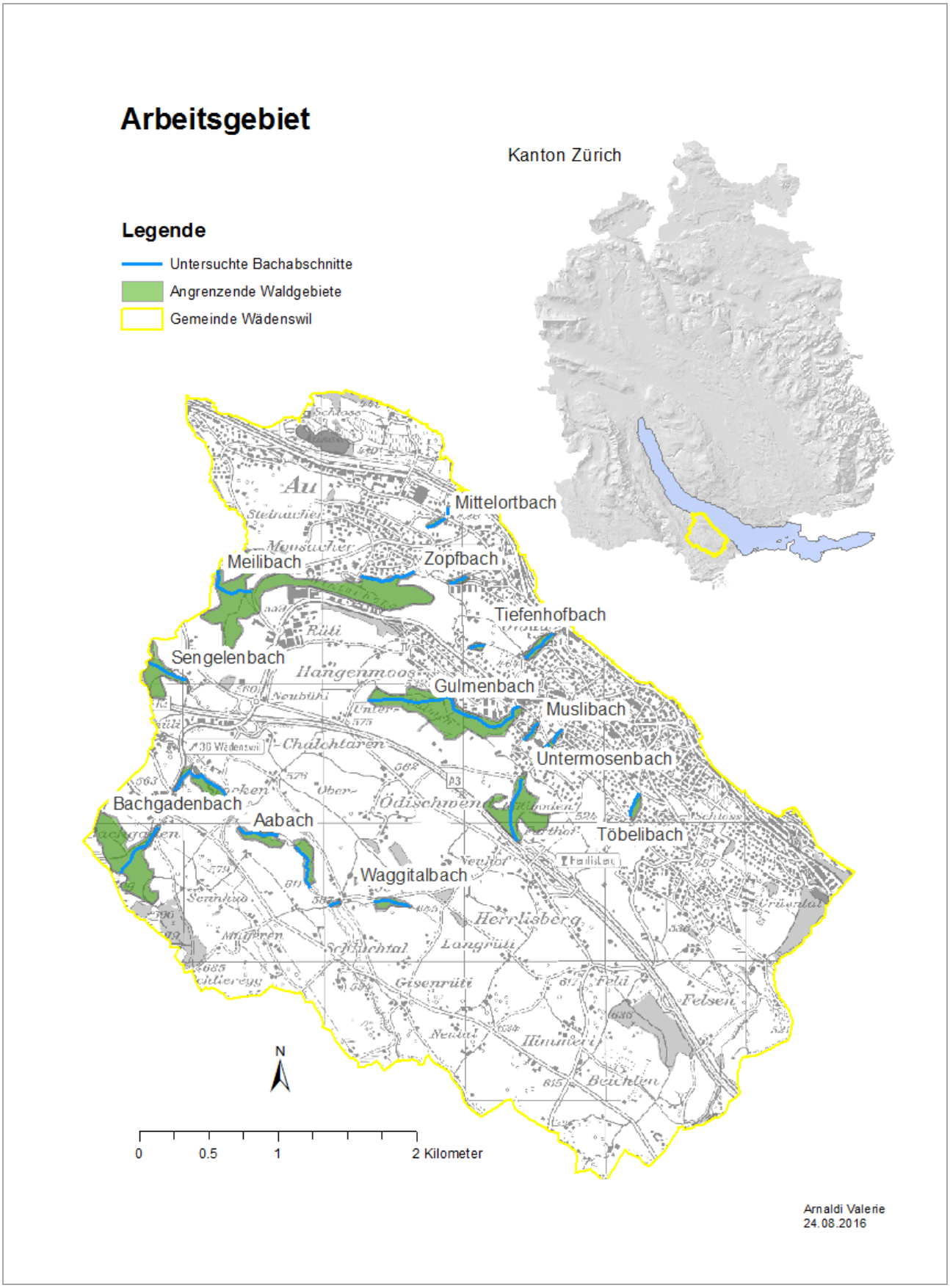


Abbildung 2: Arbeitsgebiet in der Gemeinde Wädenswil mit untersuchten Bachabschnitten und angrenzendem Wald

Die festgelegten Bachabschnitte wurden in drei Bereiche (unterer, mittlerer, oberer Teil) unterteilt. Bäche mit zusammenhängendem Waldgebiet wurden in je drei gleich lange Abschnitte unterteilt. Bei Bächen mit unzusammenhängenden Waldabschnitten, wurde die Einteilung so gewählt, dass die jeweiligen Waldabschnitte nicht auseinandergerissen wurden. Abbildung 3 wiedergibt exemplarisch das Vorgehen am Beispiel vom Tiefenhofbach. Die Einteilungen der einzelnen Bäche sind in Anhang 2 mit Massstabbezug dargestellt. Als Ergänzung dienen die Angaben in Tabelle 1.

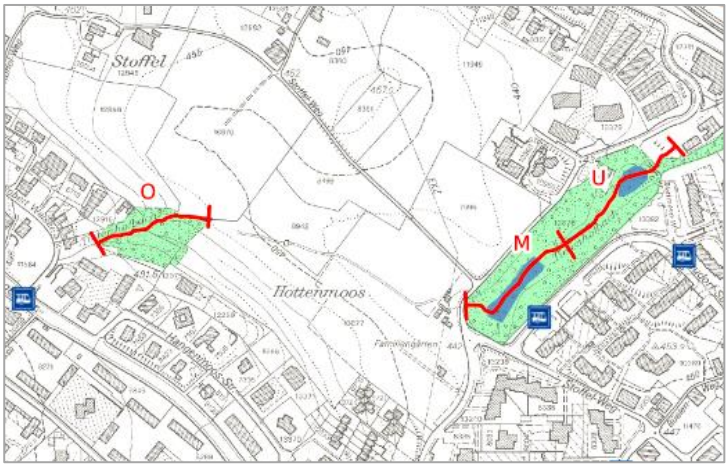


Abbildung 3: Einteilung Tiefenhofbach

Tabelle 1 wiedergibt Koordinaten und Gesamtlänge der untersuchten Bäche sowie die Unterteilung in die einzelnen Abschnitte. In vergleichbaren Arbeiten ist es üblich, sich auf einen durch Zufallsprinzip ausgewählten und immer gleich langen Bachabschnitt innerhalb des Lebensraumes zu beschränken. Die Bäche sind analog der Reihenfolge der Begehungen aufgeführt.

Tabelle 1: Eigenschaften der untersuchten Bachabschnitte

Bachname	Koordinaten	Gesamtlänge	Unterer Abschnitt	Mittlerer Abschnitt	Oberer Abschnitt
Mittelortbach	U 691883/233230 O 691756/233220	189 m	63 m	63 m	63 m
Zopfbach	U 692031/232746 O 691277/232767	571 m	151 m	210 m	210 m
Tiefenhofbach	U 692637/232353 O 692043/232255	417 m	145 m	145 m	127 m
Gulmenbach	U 692446/231853 O 691323/231872	1329 m	443 m	443 m	443 m
Muslibach	U 692521/231706 O 692443/231592	141 m	47 m	47 m	47 m
Töbelibach	U 693266/231206 O 693203/231018	192 m	64 m	64 m	64 m
Untermosenbach	U 692695/231659 O 692375/230864	733 m	261 m	236 m	236 m
Meilibach	U 690266/232834 O 690521/232534	564 m	188 m	188 m	188 m
Sengelenbach	U 689746/232189 O 690036/232016	384 m	128 m	128 m	128 m
Bachgadenbach	U 690046/231391 O 689545/230631	703 m	213 m	245 m	245 m
Aabach	U 690054/231392 O 690898/230543	1071 m	390 m	267 m	414 m
Waggitalbach	U 691040/230396 O 691618/230391	375 m	105 m	135 m	135 m

3.1.2 Festlegung Erfassungsmethode und Zeitraum

Da für das vorliegende Gebiet betreffend dem Vorkommen von Feuersalamandern bisher keine systematisch erfassten Daten vorliegen, wurde für die Kartierung die Semiökologische Methode gewählt. Diese Methode dient dem Nachweis, ob eine gesuchte Art tatsächlich vorkommt im untersuchten Gebiet (Seidel, Pintar, & Gruber, 1996). Das Ergebnis kann anschliessend als Datengrundlage für weitere Untersuchungen genutzt werden.

Wie bereits erwähnt, beschränkte sich die Erfassung der Bestände grundsätzlich auf das Larvenstadium. Deshalb wurde der Zeitpunkt der Kartierungen entsprechend der Larvenablage zwischen März und Mai gewählt. Als Grundlage diente die Anleitung zur Erfassung der Larven des Feuersalamanders und die darin enthaltene Empfehlung zur Festlegung von drei Begehungen pro Standort je Ende April, Mitte Mai und Anfang Juni (Schmidt & Zumbach, 2016). Die Begehungen fanden tagsüber statt.

Für die Kartierungen wurde ein Feldprotokoll vorbereitet, in dem Standort, Datum, Anzahl gezählter Larven und verschiedene Parameter aufgenommen wurden. Dieses Protokoll befindet sich in Anhang 3 dieser Arbeit.

3.1.3 Einholung Sichtungsinformationen

Als ergänzende Datengrundlage wurden Informationen über gemeldete Sichtungen von adulten Feuersalamandern in der Gemeinde Wädenswil eingeholt. Die Daten wurden beim Schweizerischen Informationswerk für Fauna, Flora und Kryptogamen angefordert (Centre Suisse de Cartographie de la Faune (CSCF - Info Fauna), 2016). Das entsprechende Antragsformular befindet sich in Anhang 4 zu dieser Arbeit.

3.1.4 Fischbesatz und Krebsvorkommen

Als Ergänzung zu den verschiedenen Umweltfaktoren wurden Informationen über Fliessgewässer mit Fischbesatz und natürlichen Flusskrebsvorkommen in der Gemeinde Wädenswil eingeholt. Die Angaben über Bäche mit Fischbesatz stammen aus dem Fischereirevier-Verzeichnis des Kantons Zürich (ALN Amt für Landschaft und Natur, 2009). Zum Abgleich dieser Daten sowie zur Abklärung über die genaue Nutzung und Ausbringung der Brütlinge wurde der Fischereiaufseher der Gemeinde Wädenswil kontaktiert (Filli, 2016). Betreffend Krebsvorkommen stützt sich die Datengrundlage auf die Erfassung im GIS-Browser (Kanton Zürich, 2016).

3.1.5 Bewilligungen

Grundsätzlich erfolgte die Larvenzählung und –bestimmung durch visuelle Erkennung und ohne Störung oder Berührung der Tiere. Bei Unsicherheiten betreffend der Art wurden die Larven jedoch teilweise mit einem Kescher eingefangen. Ausserdem wurde das Totholz in der Umgebung der jeweiligen Bäche umgedreht und auf adulte Tiere untersucht, die eingefangen und fotodokumentiert wurden. Da der Feuersalamander von Gesetzes wegen geschützt ist, bedurfte es deshalb einer Ausnahmebewilligung nach Art. 22 des Bundesgesetzes über den Natur- und Heimatschutz. Diese Verfügung wurde beim Amt für Landschaft und Natur, Fachstelle Naturschutz des Kantons Zürich eingeholt. Das Dokument befindet sich in Anhang 5 dieser Arbeit.

Die Untersuchungsgebiete befinden sich teilweise in Kommunalem Naturschutzgebiet deren Begehung ohne spezielle Erlaubnis untersagt ist. Für die Erlaubnis wurde der Aufseher der Schutzgebiete in der Gemeinde Wädenswil kontaktiert, welcher die Spezialbegehung im Umfang der vorliegenden Arbeit der Baudirektion sowie dem Forstamt der Stadt gemeldet hat (Vögeli, 2016).

3.2 Feldaufnahme

3.2.1 Material

Als Grundlage für die Kartierung diente ein entsprechendes Feldprotokoll (vgl. Kapitel 3.1.2).

Für die Messung der chemisch-physikalischen Gewässereigenschaften wurde die Multisonde HQ40d (Hach) verwendet. Die Sonden wurden jeweils vor den drei Begehungen neu kalibriert.

Zum Einfangen der Larven wurde ein feinmaschiger Amphibienkescher verwendet.

3.2.2 Erfassungsmethode

Um die Verbreitung von schädlichen Pilzsporen und anderen Krankheitserregern zu verhindern, wurden Schuhe und Arbeitsmaterial vor der Begehung eines neuen Standortes entweder vollkommen ausgetrocknet oder mit unverdünntem Javel-Wasser desinfiziert. Als Grundlage zum Vorgehen diente das Dokument „Die Chytridiomykose: Eine neue gefährliche Pilzerkrankung der Amphibien“ (Schmidt & Tobler, 2013).

Wie bereits erwähnt, wurden die untersuchten Bäche in drei Abschnitte unterteilt. Die Unterteilung der jeweiligen Bäche ist in Anhang 2 dargestellt. Die Erfassung und Dokumentation der verschiedenen Parameter und Umgebungsfaktoren erfolgten pro Abschnitt und Begehungstag. Um die Sicht nicht durch aufgewühltes Wasser zu behindern, wurden die Abschnitte jeweils von unten nach oben abgelaufen. Mit der Multisonde wurden die elektrische Leitfähigkeit, der Sauerstoffgehalt, die Temperatur sowie der pH-Wert des Wassers gemessen. Die Zählung und Dokumentation der Larven

erfolgte pro Abschnitt. Zur möglichst vollständigen Erfassung der Bestände wurden Steine und Laub vorsichtig umgedreht. Bei Unsicherheiten über die Larvenart wurden die Tiere mit einem feinmaschigen Kescher eingefangen, untersucht und an gleicher Stelle wieder frei gelassen. An den Uferböschungen entlang der Bäche wurde vorhandenes Totholz umgedreht und auf adulte Feuersalamander untersucht. Ausserdem wurde der Bach auf anthropogene Einflüsse untersucht und umliegende Senklöcher auf heruntergefallene oder eingeschwemmte Amphibien kontrolliert. Nebst der Larvenzählung und Messung der Wassereigenschaften wurde der Schattenanteil, die Uferbeschaffenheit, Wasserqualität und das Substrat der einzelnen Abschnitte beurteilt. Des Weiteren wurden die Abschnitte jeweils auf das Vorkommen von Flussflohkrebsen und Köcherfliegenlarven überprüft. Jeder Standort wurde im Abstand von 10 bis 14 Tagen dreimal auf Larven abgesucht und die Wassereigenschaften gemessen.

3.3 Auswertung

Die Auswertungen stützen sich auf die in den jeweiligen Protokollblättern aufgeführten Datengrundlagen. Die darin enthaltenen Angaben wurden in eine Excel Tabelle übertragen. Die Länge der Bäche und der einzelnen Abschnitte sowie die Grösse des angrenzenden Waldgebietes wurden mittels Messwerkzeug im GIS-Browser (Kanton Zürich, 2016) ermittelt. In der Tabelle wurden- Bach- und Böschungsgefälle ergänzt. Zur Ermittlung dieser Werte wurden Höhendifferenz und Länge zwischen den verschiedenen Bachabschnitten bzw. zwischen Bachabschnitt und Böschung im GIS-Browser gemessen und anschliessend das Gefälle in Prozent berechnet. Um die Anzahl vorkommender Larven zwischen den Standorten vergleichbar zu machen, wurde die Anzahl gezählter Larven jeweils zusätzlich auf eine Abschnittslänge von 50 m ausgerechnet. Die Excel-Tabelle wird in elektronischer Form ergänzend zur vorliegenden Arbeit abgegeben.

3.3.1 Erstellung GIS-Karten

Zur Auswertung und bildlichen Darstellung wurde das Programm ArcGIS 10.2.2 verwendet. Die räumlichen Daten zu dieser Arbeit basieren auf dem Koordinatensystem CH1903_LV03, das am 15. Juli 2016 im GIS-Browser des Kantons Zürich durch den neuen Bezugsrahmen LV95 ersetzt wurde (Kanton Zürich, 2016). Als Grundlage dienten folgende Unterlagen:

Name	**Beschreibung**	**Datenformat**	**Dateneigentümer**
Verbreitungsgebiet	Verbreitungsgebiet Salamandra salamandra Heruntergeladen als Bild und georeferenziert in ArcGIS	JPEG	CSCF&karch, SwissTopo
Kanton	Kantone der Schweiz Selektion Kanton Zürich	Shapefile (Polygon)	SwissTopo (DV084370)
Gemeinden	Gemeinden des Kanton Zürichs Selektion Gemeinde Wädenswil	Shapefile (Polygon)	SwissTopo (DV084370)
Landeskarte	Landeskarte des Kanton Zürichs Heruntergeladen als Bild und georeferenziert in ArcGIS	PNG	SwissTopo, GIS-ZH
Nutzung	Landwirtschaftliche Nutzungseignungskarte des Kantons Zürichs Heruntergeladen als Bild und georeferenziert in ArcGIS	PNG	SwissTopo, GIS-ZH
Bachsysteme	Gewässser-Ökomorphologie des Kanton Zürichs Heruntergeladen als Bild und georeferenziert in ArcGIS	PNG	SwissTopo, GIS-ZH

3.3.2 Statistische Auswertung

Mit dem Statistik-Programm R-Studio wurden die aufgenommenen Parameter betreffend ihren Einfluss auf die Larvenvorkommen auf ihre Signifikanz getestet. Bei einigen Parametern wurde versucht, einen Zusammenhang durch lineare Regression zwischen dem Parameter und der Anzahl gezählter Larven nachzuweisen.

4 Ergebnisse

Dieses Kapitel wiedergibt die Auswertungen der gesammelten Felddaten um die Fragestellungen der Arbeit zu beantworten.

4.1 Vorkommen von Feuersalamandern in Wädenswil

Abbildung 4 enthält eine bildliche Übersicht der Feuersalamander-Vorkommen in Wädenswil. Bachabschnitte, bei denen Feuersalamander-Larven verzeichnet wurden, sind mit einem grauen Punkt gekennzeichnet. Bachabschnitte, in denen keine Larven gefunden wurden, sind mit einem weissen Punkt markiert. Standorte über Zufalls-Sichtungen von adulten Feuersalamandern sind mit einem schwarzen Punkt versehen.

Abbildung 5 wiedergibt die quantitative Auswertung der erfassten Larven pro Begehung und Bachabschnitt. Die Farben der Punkte wiedergeben die drei Begehungen pro Bachabschnitt. Die Grösse der Punkte wiederspiegelt die Anzahl der Larven im jeweiligen Abschnitt. Je grösser der Punkt, desto höher die Anzahl gezählter Larven. Als Ergänzung sind die Layer der einzelnen Begehungen in Anhang 6 unabhängig voneinander dargestellt.

Das Verhältnis der Karten von 1:30‘000 bezieht sich auf die Darstellung im A4-Format.

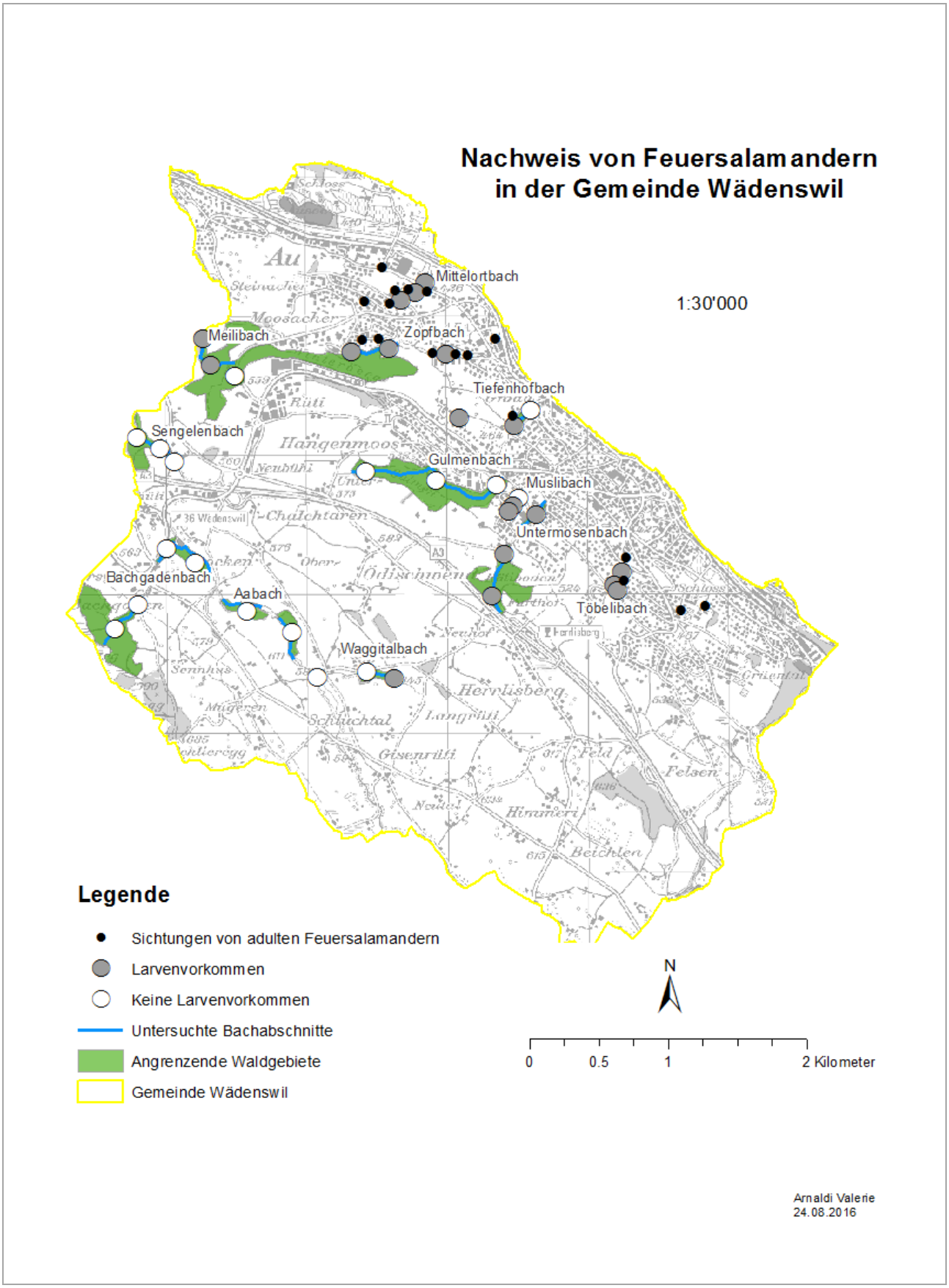


Abbildung 4: Übersicht über das Vorkommen von Feuersalamandern in der Gemeinde Wädenswil

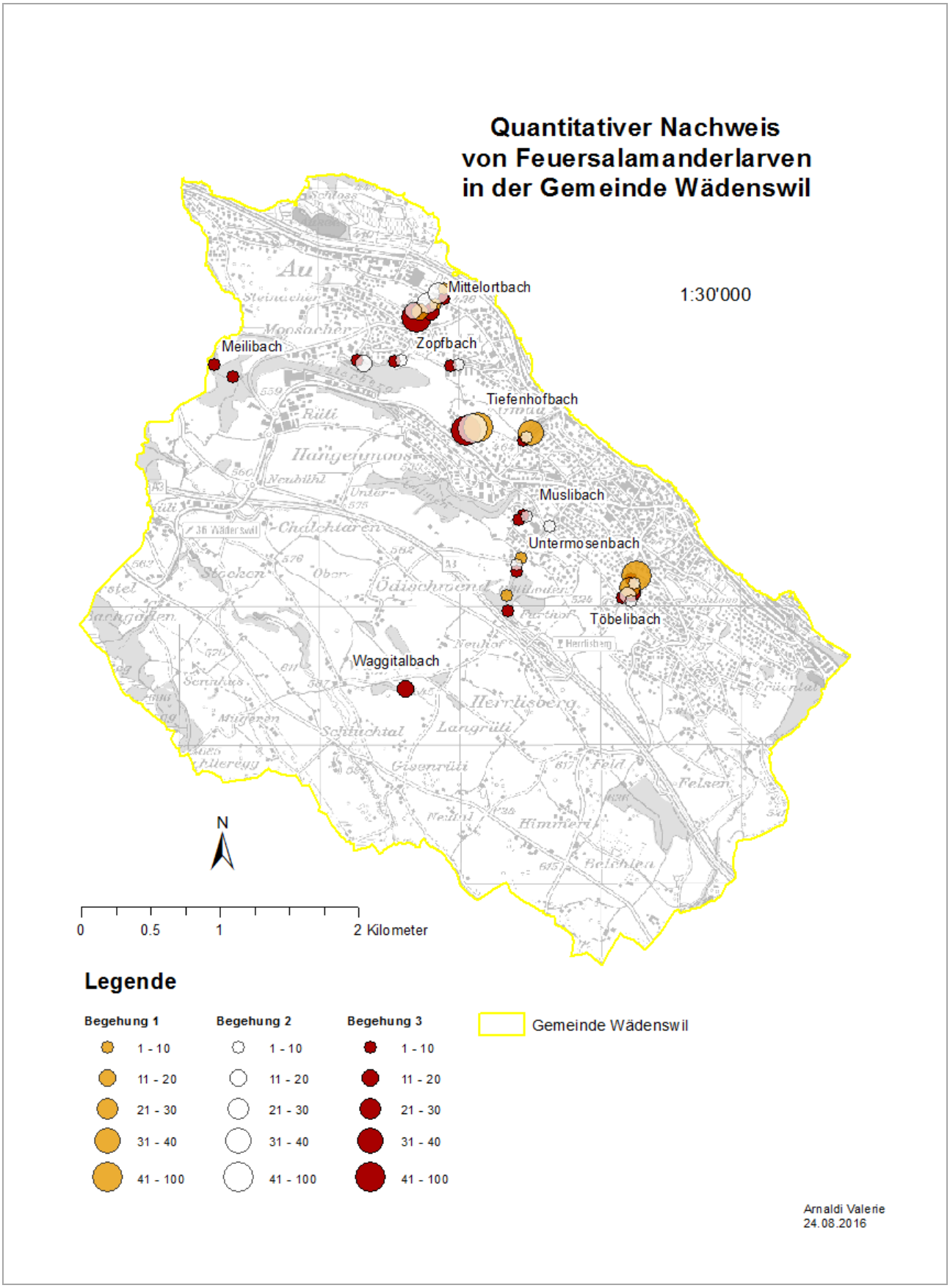


Abbildung 5: Überblick über die Anzahl gezählter Larven pro Begehung und Abschnitt

Als Ergänzung zu den Abbildungen 4 und 5 wiedergibt Tabelle 2 die genaue Anzahl gezählter Larven pro Bach, Abschnitt und Begehung sowie das Total gezählter Larven pro Bach.

Tabelle 2: Übersicht Anzahl gezählter Larven pro Begehung und Bachabschnitt

Standort	**Larven Begehung 1**			**Larven Begehung 2**			**Larven Begehung 3**			**Total Larven**
Abschnitt	U	M	O	U	M	O	U	M	O	
Mittelortbach	6	6	15	25	30	15	10	13	70	190
Zopfbach	0	0	0	9	1	17	1	1	4	33
Tiefenhofbach	0	35	91	0	5	51	0	4	42	228
Gulmenbach	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Muslibach	0	0	0	0	2	0	0	7	1	10
Töbelibach	50	27	0	10	20	1	5	17	2	132
Untermosenbach	0	9	3	1	1	0	0	2	5	21
Meilibach	0	0	0	0	0	0	7	2	0	9
Senglenbach	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bachgadenbach	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aabach	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Waggitalbach	0	0	0	0	0	0	0	0	13	13

In acht von insgesamt zwölf untersuchten Bächen konnten in mindestens einem Abschnitt und bei einer von drei Begehungen Feuersalamander-Larven nachgewiesen werden. Die pro Begehung und Abschnitt meistgezählten Larven resultierten mit Total 91 Individuen im oberen Abschnitt des Tiefenhofbaches und mit 70 Larven im oberen Abschnitt des Mittelortbaches. Die pro Begehung und Bach meist gezählten Larven erfolgten im Tiefenhofbach mit 126 und im Mittelortbach mit 93 Individuen. Die Gesamtzahl der gezählten Larven aus allen drei Begehungen war mit 228 Individuen im Tiefenhofbach, 190 Individuen im Mittelortbach und 132 im Töbelibach am höchsten. Im Gulmenbach, Sengelenbach, Bachgadenbach und Aabach konnten keine Larven nachgewiesen werden. In offenen Abschnitten, die nicht von Wald umgeben sind, konnten keine Larven festgestellt werden.

Adulte Feuersalamander wurden an fünf Standorten jeweils in Siedlungsnähe nördlich der Autobahn gemeldet. Der Datenauszug von CSCF enthielt gesamthaft 27 Einzelmeldungen. Davon konnten für die Darstellung in Abbildung 4 zwei Meldungen infolge ungenauer Standortangabe nicht berücksichtigt werden. Meldungen, die mehrmals im gleichen Jahr an derselben Adresse gemeldet wurden, sind in der Grafik nur einmal aufgeführt. Dabei handelte es sich jeweils um Angaben von derselben Person.

Sämtliche gemeldete Sichtungen von adulten Feuersalamandern in Wädenswil und Umgebung beziehen sich auf die Zeit nach dem Jahr 2000 (Centre Suisse de Cartographie de la Faune (CSCF - Info Fauna), 2016). Die einzige Sichtung am südlichen Zürichseeufer, die vor dem Jahr 2000 gemeldet wurde, befindet sich im Bezirk March im Kanton Schwyz (vgl. Abbildung 6). Sichtungen und Jahresangabe sind online abrufbar (Centre Suisse de Cartographie de la Faune, 2016).

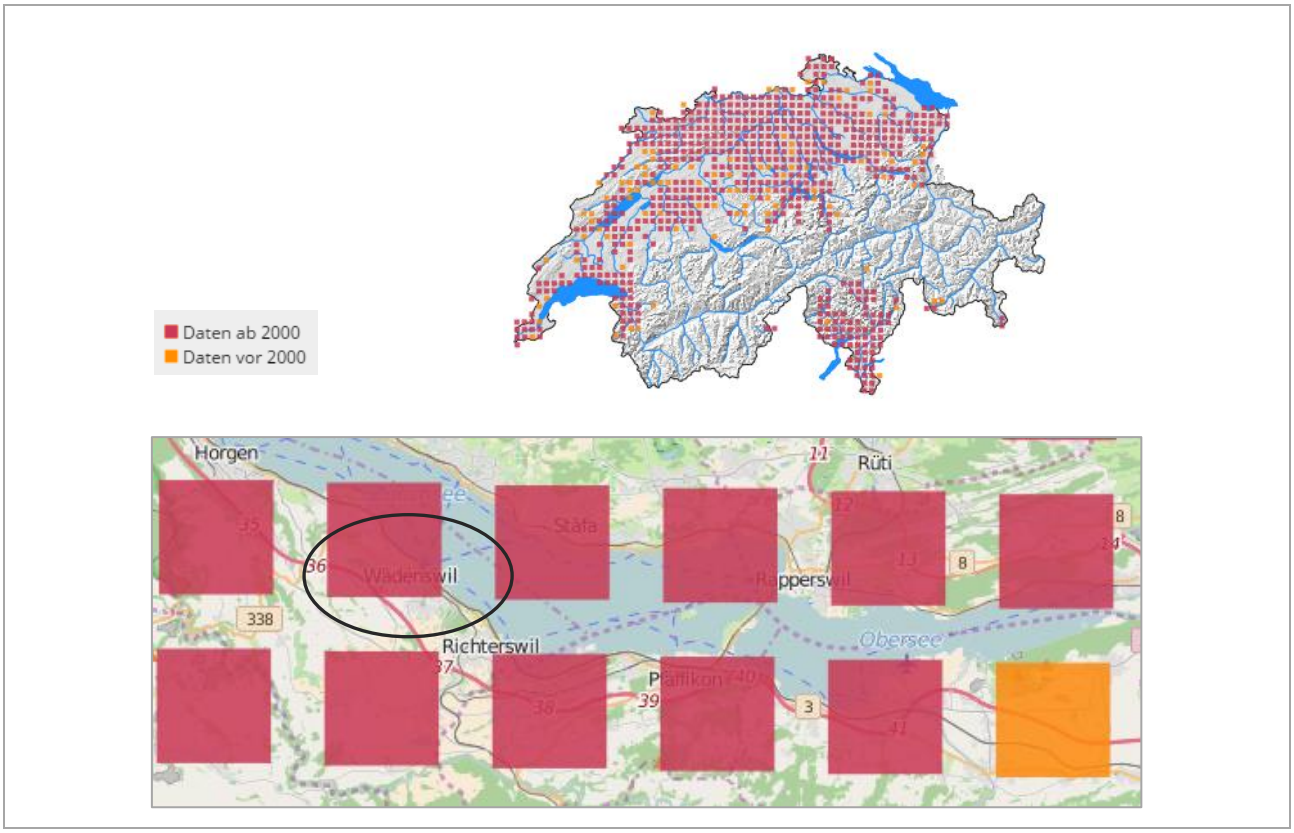


Abbildung 6: Gemeldete Sichtungen von adulten Feuersalamandern (CSCF, 2016)

4.2 Voraussetzungen zum Vorkommen von Feuersalamandern

Die Beziehung zwischen biotischen und abiotischen Umwelteinflüssen und der Verbreitung und Häufigkeit einer Art ist von zentraler Bedeutung (Manenti, Ficetola, & De Bernardi, 2009). Um eine Art nachhaltig schützen und fördern zu können, muss deshalb zuerst verstanden werden, warum gewisse Lebensräume nicht besiedelt werden (Beebee, 1996).

4.2.1 Abiotische Umweltfaktoren

Von abiotischen Umweltfaktoren spricht man bei Faktoren der unbelebten Umwelt, die das Vorkommen einer Art beeinflussen. Solche Faktoren betreffen physikalische und chemische Eigenschaften wie Temperatur, Beschaffenheit des Bodens oder Eigenschaften des Wassers. (Akademischer Verlag, Heidelberg, 1999)

Tabelle 3 fasst die Ergebnisse der chemisch-physikalischen Untersuchungen der vorliegenden Arbeit zusammen. Zwischen dem 27.04.2016 und dem 30.05.2016 wurden pro untersuchtem Bachabschnitt (3 Abschnitte pro Bach) verschiedene Parameter in einem Abstand von 10 bis 14 Tagen gemessen. Bei zwölf untersuchten Standorten ergibt dies ein Total von insgesamt 108 Messwerten. Um herauszufinden, in welchem Bereich der chemisch-physikalischen Kennzeichnung Larven des

Feuersalamanders vorkommen, wurden nur Messwerte von Bachabschnitten einbezogen, bei denen Larven ermittelt wurden. Dies ergab ein Total von 41 Messwerten.

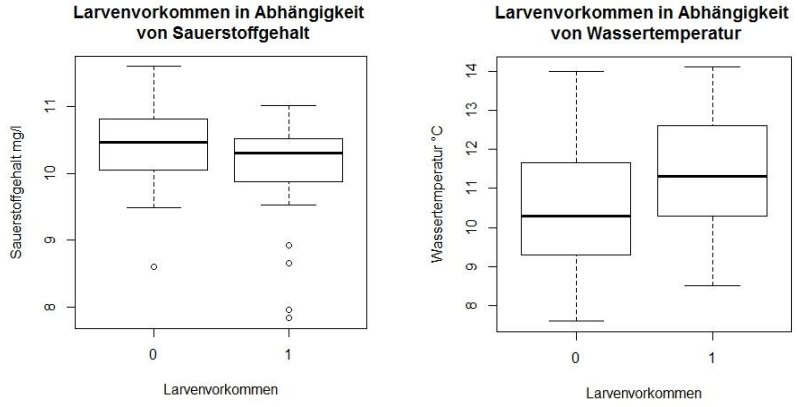
Tabelle 3: Ergebnisse der chemisch-physikalischen Untersuchungen.
Aufnahmen, die zwischen April und Mai 2016 durchgeführt worden sind.
Mean = Mittelwert, errechnet aus 41
Min. = Minimalwert
Max. = Maximalwert
SD = Standardabweichung

	Min.	Mean	Max.	SD
Elektrische Leitfähigkeit µs/cm	286	547	895	124
Sauerstoffgehalt mg/l	7.83	10.11	11.01	0.7
Wasser-Temperatur °C	8.5	11.4	14.1	1.44
pH	7.31	8.15	8.98	0.48

Für die statistische Auswertung wurden folgende Einflussgrössen auf ihre Signifikanz auf das Larvenvorkommen getestet:

- elektrische Leitfähigkeit
- Sauerstoffgehalt
- Wassertemperatur
- pH-Wert
- Bachgefälle
- Böschungsgefälle
- Bachbreite

In Abbildung 7 sind Faktoren dargestellt, die sich bei Bachabschnitten mit und ohne Larvenvorkommen in ihren Werten signifikant unterscheiden. Die ausführlichen Erläuterungen zu den statistischen Tests sowie ergänzende Grafiken befinden sich in Anhang 7.



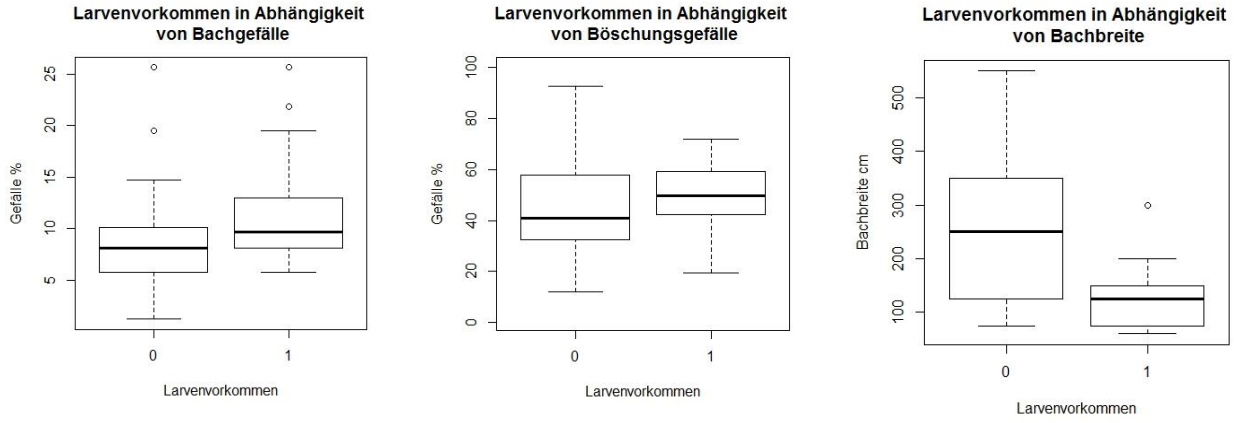


Abbildung 7: Faktoren, die das Larvenvorkommen signifikant beeinflussen
0 = keine Larven 1 = Larven vorhanden

Bachabschnitte mit Larvenvorkommen weisen tendenziell einen etwas geringeren Sauerstoffgehalt auf, als Bachabschnitte ohne Larvenvorkommen. Der Minimalwert (ohne Ausreisser) liegt in beiden Fällen bei ungefähr 9.5 mg/l. Der Höchstwert befindet sich bei Bachabschnitten mit Larvenvorkommen bei ca. 11 mg/l. Bei Bachabschnitten ohne Larvenvorkommen liegt das Maximum bei fast 12 mg/l. Median, unteres und oberes Quartil liegen bei Bachabschnitten mit Larvenvorkommen etwas tiefer als bei Bachabschnitten ohne Larvenvorkommen.

Bachabschnitte mit Larvenvorkommen weisen tendenziell eine etwas höhere Wassertemperatur auf, als jene ohne Larvenvorkommen. Der Maximalwert liegt in beiden Fällen bei ungefähr 14 °C. Der Minimalwert befindet sich bei Bachabschnitten mit Larvenvorkommen bei ca. 8.5 °C. Bei jenen ohne Larvenvorkommen liegt das Minimum bei ca. 7.5 °C. Median, unteres und oberes Quartil liegen bei Bachabschnitten mit Larvenvorkommen rund ein Grad höher als bei Bachabschnitten ohne.

Bezüglich elektrischer Leitfähigkeit und pH-Wert des Wassers konnte kein signifikanter Unterschied zwischen Bachabschnitten mit und ohne Larvenvorkommen ermittelt werden.

Bachabschnitte mit Larvenvorkommen weisen ein höheres Bachgefälle auf, als Bachabschnitte ohne. Minimal- und Maximalwert (ohne Ausreisser) liegen bei Bächen mit Larvenvorkommen zwischen 5 und 20 % und bei jenen ohne Larvenvorkommen zwischen 1 und 15 %. Median, unteres und oberes Quartil befinden sich bei Bachabschnitten mit Larvenvorkommen um fast 5 % höher. Zwischen dem Bachgefälle und der Anzahl vorgefundenen Larven konnte keine Korrelation (lineare Regression) festgestellt werden.

Bachabschnitte, in denen Larven gefunden wurden, weisen betreffend dem Böschungsgefälle tendenziell eine schmalere Bandbreite an Werten auf, als Abschnitte ohne Larvenvorkommen. Minimal- und Maximalwert liegen bei Bächen mit Larvenvorkommen zwischen 20 und 75 %. Median, unteres

und oberes Quartil befinden sich zwischen 40 und 60 %. Bei Bächen ohne Larvenvorkommen wurden Gefälle zwischen 10 und 95 % verzeichnet. Zwischen dem Bachgefälle und der Anzahl vorgefundenen Larven konnte keine Korrelation (lineare Regression) festgestellt werden.

Bachabschnitte mit Larvenvorkommen sind markant schmaler als Bachabschnitte ohne Larvenvorkommen. Minimal- und Maximalwert (ohne Ausreisser) liegen bei Bächen mit Larvenvorkommen zwischen 50-200 cm. Median, unteres und oberes Quartil befinden sich zwischen 70 und 130 cm. Bei Bächen ohne Larvenvorkommen wurden Bachbreiten zwischen 70 und 550 cm verzeichnet. Der Median liegt bei 250 cm. Es konnte keine negative Korrelation zwischen Anzahl Larven und Bachbreite (lineare Regression) festgestellt werden.

An allen zwölf untersuchten Standorten war das Wasser klar und an den Steinen waren keine Eisensulfid-Rückstände zu sehen. Nach starken Niederschlägen wurde teilweise Schaumbildung verzeichnet. Die untersuchten Bachabschnitte werden alle von Wald umschlossen. Der Schattenanteil war an allen Standorten höher als 25 %. Das Substrat setzt sich an Standorten mit Feuersalamander-Larven vielfältig zusammen und reicht von Fels über Geröll, Kies, Sand, Lehm und Schlamm. Die einzelnen Salamander-Larven befanden sich meist an ruhigen Bachstellen und häufig in grosser Zahl in anthropogen erstellten Geschiebesammlern und Überlaufbecken. Der Mittelortbach führte zeitweise so wenig Wasser, dass einzelne Abschnitte austrockneten. Das Wetter war pro Begehungstag unterschiedlich und reichte von sonnig und trocken über bewölkt bis regnerisch. Ausserdem erfolgten vor den Begehungen teilweise starke Regenfälle. Die Lufttemperatur schwankte zwischen 8 und 20°C. Im Vergleich zu anderen Jahren war der Monat Mai, in dem die Begehungen stattfanden kühl und regnerisch.

4.2.2 Biotische Umweltfaktoren

Von biotischen Umweltfaktoren spricht man bei Faktoren an denen Lebewesen beteiligt sind, die das Vorkommen einer Art beeinflussen. Es handelt sich also um die Interaktion zwischen den Organismen eines Ökosystems. Eine Population wird unter anderem durch Nahrungsangebot, Konkurrenz, Krankheitserreger und Prädatoren beeinflusst. (Akademischer Verlag, Heidelberg, 1999)

Drei von vier Bäche, in denen keine Feuersalamander-Larven nachgewiesen werden konnten, sind gemäss Auskunft von A. Filli (2016) mit Seeforellen *(Salmo trutta lacustris)* künstlich besetzt und/oder enthalten gemäss GIS-Browser Krebsvorkommen. Auch im unteren Teil des Waggitalbaches, der in den Aabach mündet, wurden bei der Begehung Jungfische gesichtet. Im unteren und mittleren Teil des Baches konnten keine Feuersalamander-Larven nachgewiesen werden. Der Sengelenbach wird nicht aktiv mit Fischen besetzt (Filli, 2016). Auch ein Vorkommen von Flusskrebsen ist nicht verzeichnet (Kanton Zürich, 2016). Bei der Begehung konnten jedoch auch keine Feuersalamander-Larven nachgewiesen werden.

Im Meilibach findet sich eine kleine Anzahl Larven parallel zu Fischvorkommen. Im Zopfbach wurden Larven neben dem Bestand von Flusskrebsen festgestellt.

In Abbildung 8 sind Larvenvorkommen in Kombination mit den Vorkommen von Fischen und einheimischen Flusskrebsen dargestellt. Bäche mit Larvenvorkommen sind grün dargestellt, solche ohne Larvenvorkommen rot. Standorte mit Fisch- oder Krebsvorkommen sind mit entsprechenden Symbolen gekennzeichnet.

Das Verhältnis der Karte von 1:30‘000 bezieht sich auf die Darstellung im A4-Format

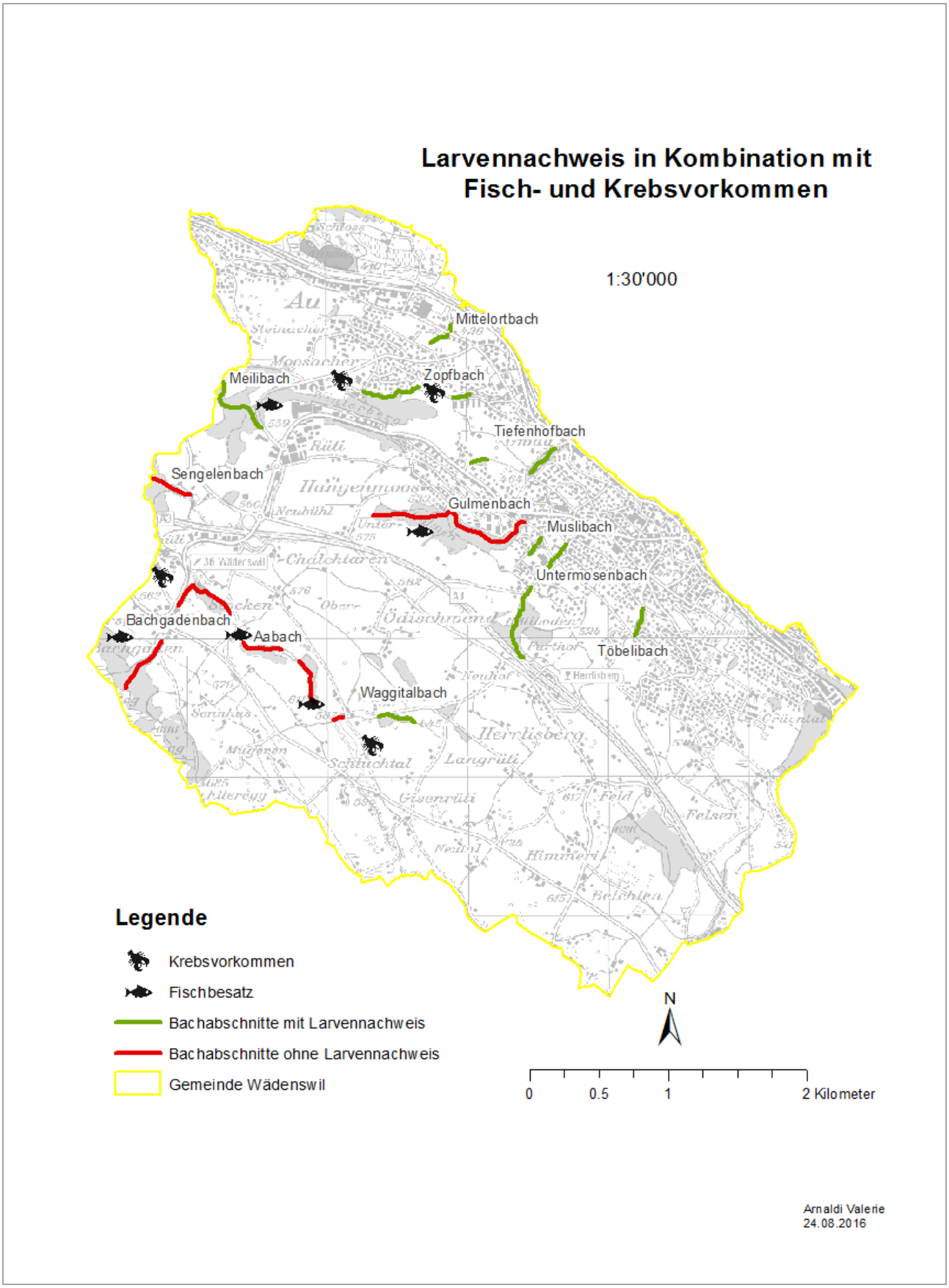


Abbildung 8: Larvennachweise in Kombination mit Fisch- und Krebsvorkommen

Das Vorhandensein von Totholz hat einen positiven Einfluss auf das Vorkommen von Feuersalamandern (Vincenz, 2005). Obwohl angrenzend an jeden untersuchten Bachabschnitt Totholz vorhanden war, konnten lediglich am Mittelortbach an zwei von drei Begehungen unter alten Baumstämmen und Baumstrünken je zwei subadulte Feuersalamander verzeichnet werden. Abbildung 9 wiedergibt die entsprechende Fotodokumentation. Durch den Abgleich des Rückenmusters wurde festgestellt, dass es sich um vier verschiedene Individuen handelte.

Abbildung 9: Fotodokumentation und Vergleich von subadulten Feuersalamandern
oben links: Aufnahme vom 11.05.2016, 08:42 (V. Arnaldi)
oben rechts: Aufnahme vom 11.05.2016, 08:50 (V. Arnaldi)
unten links: Aufnahme vom 23.05.2016, 17:28 (V. Arnaldi)
unten rechts: Aufnahme vom 23.05.2016, 17:29 (V. Arnaldi)

In sieben von acht Bachabschnitten mit Larvenvorkommen konnten auch Köcherfliegenlarven verzeichnet werden, was auf eine gute Wasserqualität schliessen lässt (Sigmund, 2015). In Bächen ohne Feuersalamander-Larven war das Ergebnis unterschiedlich. In Abschnitten, in denen Feuersalamander-Larven vorkommen, konnten an sieben von acht Standorten gleichzeitig auch Flussflohkrebse nachgewiesen werden, die den Larven als Grundnahrung dienen. In drei von vier Bächen, an denen keine Feuersalamander-Larven gefunden wurden, konnten auch keine Flussflohkrebse nachgewiesen werden. Tendenziell war die Aktivität von Flussflohkrebsen in Bachabschnitten mit

hoher Kolmation und teilzersetztem Laubanteil höher. In solchen Abschnitten wurden auch mehr Feuersalamander-Larven verzeichnet.

4.3 Biotopverbund-System und Gefahren

Abbildung 11 wiedergibt die zusammenhängenden Bachsysteme zwischen den untersuchten Standorten sowie eine Übersicht der umliegenden Landfläche. Darüber hinaus sind Waldgebiete, Siedlungen, Infrastrukturen sowie die landwirtschaftliche Nutzung dargestellt.

Aufgrund der verschiedenen Lebensweise unterscheiden sich Biotopverbund und Mobilität der Larven grundlegend von denjenigen adulter Feuersalamander.

4.3.1 Lebensraum Larven

Feuersalamander-Larven werden in kleinen bewaldeten Fliessgewässern abgelegt und leben bis zu ihrer Metamorphose in diesem Biotop (Glandt, 2008). Sie sind an ein Leben im Wasser angepasst und haben äussere Kiemenbüschel, die zum Atmen dienen (Meyer, Zumbach, Schmidt, & Monney, 2009). Ihr Biotopverbund wird deshalb auf die Struktur und die zusammenhängenden Systeme der Bäche beschränkt. Durch die vorhandene Wasserströmung ist es den Larven nur eingeschränkt möglich, sich bachaufwärts zu bewegen. Es ist anzunehmen, dass Larven bei steigendem Wasserstand und zunehmender Strömung tendenziell eher abgeschwemmt werden. Bei der Kartierung konnten nach starken Regenfällen einzelne Individuen verzeichnet werden, die auf Steinen stecken geblieben waren, die aus dem Wasser ragten.

Der Bachgadenbach, Sengelenbach, und Waggitalbach münden alle in den Aabach. Die vier untersuchten Standorte sind deshalb durch das Bachsystem miteinander verbunden. Das ganze Bachsystem ist weitgehend naturbelassen oder wenig beeinträchtigt. Der Untermosenbach sowie der Muslibach münden beide in den Gulmenbach. Auch diese Standorte sind durch ein Bachsystem miteinander verbunden. Die Stellen an denen die Bäche zusammenkommen sind jedoch künstlich beschaffen (Begradigungen) und münden in einer gemeinsamen Eindolung, die in den Zürichsee führt. Der Meilibach, Mittelortbach, Tiefenhofbach und Töbelibach sind nicht mit anderen Bächen in der Gemeinde verbunden. Ober- und unterhalb der untersuchten Abschnitte sind die Bäche weitgehend künstlich beschaffen (Begradigungen) oder eingedolt.

Abbildung 10: Überlaufbecken Zopfbach

Feuersalamander-Larven wurden bei der Feldbegehung oft in grosser Zahl in künstlich angelegten Geschiebesammlern und Überlaufbecken vorgefunden. Der untere Teil des Zopfbaches wird auf einem kurzen Abschnitt kanalisiert und führt anschliessend in ein Überlaufbecken, das auf allen Seiten von hohen Mauern umgeben ist (vgl. Abbildung 10). Diese Gegebenheit könnte Larven nach der Metamorphose einen Ausstieg erschweren oder verunmöglichen. Bei Geschiebesammlern und Überlaufbecken an den übrigen Standorten ist ein Ausstieg von Amphibien durch abgeflachte Bereiche weitgehend gewährleistet.

Angrenzend zum Mittelortbach entstand vor einigen Jahren ein neues Siedlungsquartier. Das Gebiet bestand vorher aus landwirtschaftlichen Wiesen und Weiden. Diese sind in Abbildung 11 noch als Futterbauflächen eingezeichnet. Bei der Feldaufnahme wurde am Bachlauf Kinderspielzeug verzeichnet. Das Ufer war durch Abschnitte ohne Bewuchs und Erosion geprägt, die auf den Zugang zum Gewässer durch Personen schliessen lässt. Dadurch wurde Totholz abgeschwemmt und der Bachlauf verschlammt.

4.3.2 Lebensraum adulte Feuersalamander

Nach vollendeter Metamorphose begeben sich die Tiere an Land. Der Lebensraum besteht von nun an aus feuchten Laubmischwäldern meist entlang von Fliessgewässern (Meyer, Zumbach, Schmidt, & Monney, 2009). Das Gewässer selbst nutzen die Tiere dann nur noch zur Larvenablage (Glandt, 2008). Vielfältige Kleinstrukturen wie Steinhaufen, Felsspalten, Hohlräume unter Baumwurzeln oder Höhlen dienen als Tagesversteck, zu dem Feuersalamander nach ihren Jagdstreifzügen zurückkehren (Glandt, 2008). Der Biotopverbund zwischen den einzelnen Teilpopulationen besteht deshalb natürlicherweise aus zusammenhängenden Waldstrukturen.

Bei den Waldgebieten mit den untersuchten Standorten handelt es sich um einzelne Fragmente, die von offener Fläche umgeben sind. Lediglich der Meilibach sowie der Zopfbach sind durch ein grösseres Waldgebiet miteinander verbunden. Der Aabach ist fast durchgehend von Waldabschnitten und einzelnen Bäumen umgeben, was einen bewaldeten Korridor zu den einmündenden Bächen schafft. Die Waldgebiete am Mittelortbach, Zopfbach, Tiefenhofbach, Muslibach und Töbelibach sind komplett von Siedlungen und Strassennetzen umschlossen.

Beim Verlassen des Waldgebietes stellen nicht nur die Strassen selber eine Gefahr für den Feuersalamander dar. Insbesondere die zur Wasserableitung dienenden Gullys sind in regelmässigen Abständen vorhanden. Diese sind nicht nur an stark versiegelten Standorten der Stadt sondern auch

entlang von asphaltierten Überlandstrassen und an Hauseinfahrten auf dem Land anzutreffen. Bei den Begehungen konnten in umliegenden Gullys keine Feuersalamander festgestellt werden. Jedoch waren darin andere Amphibien wie der Grasfrosch eingeschlossen. Diese wurden mithilfe des Keschers entfernt und im naheliegenden Waldgebiet freigelassen. Die Autobahn schafft eine zusätzliche Barriere zwischen dem nördlichen und südlichen Teil der Gemeinde Wädenswil (Kanton Zürich, 2016).

Die nicht überbauten Gebiete zwischen den einzelnen Standorten der vorliegenden Arbeit werden als Landwirtschaftsflächen vorwiegend für Futteranbau sowie Wies- und Weideland genutzt (vgl. Abbildung 11). Das Gebiet wird allgemein kaum als extensives Wies- und Weideland eingesetzt.

Der Naturschutzverein Wädenswil (BirdLife) hat zurzeit mehrere Projekte laufend, die zur besseren Vernetzung von verschiedenen Tiergruppen durch Strukturelemente in der Landwirtschaft beitragen sollen. Der Feuersalamander wird in diesen Projekten nicht speziell berücksichtigt, jedoch dürfte er von den Vernetzungsmassnahmen indirekt profitieren. Im Gebiet Bachgaden wurden in den letzten Jahren verschiedene Hecken gepflanzt. Am Stoffelweg, wurden verschiedene Sträuchergruppen gesetzt, die eine Verbindung zwischen Tiefenhofbach und Zopfbach ermöglichen dürften. Auch das Zopfbachried sowie der Tiefenhofbach wurden durch verschiedene Sträuchergruppen und Kleinstrukturen aufgewertet. (BirdLife Naturschutz Wädenswil, 2016) Ein Übersichtsplan der verschiedenen bereits erstellten und geplanten Vernetzungsstrukturen ist in Bearbeitung (Keller, 2016).

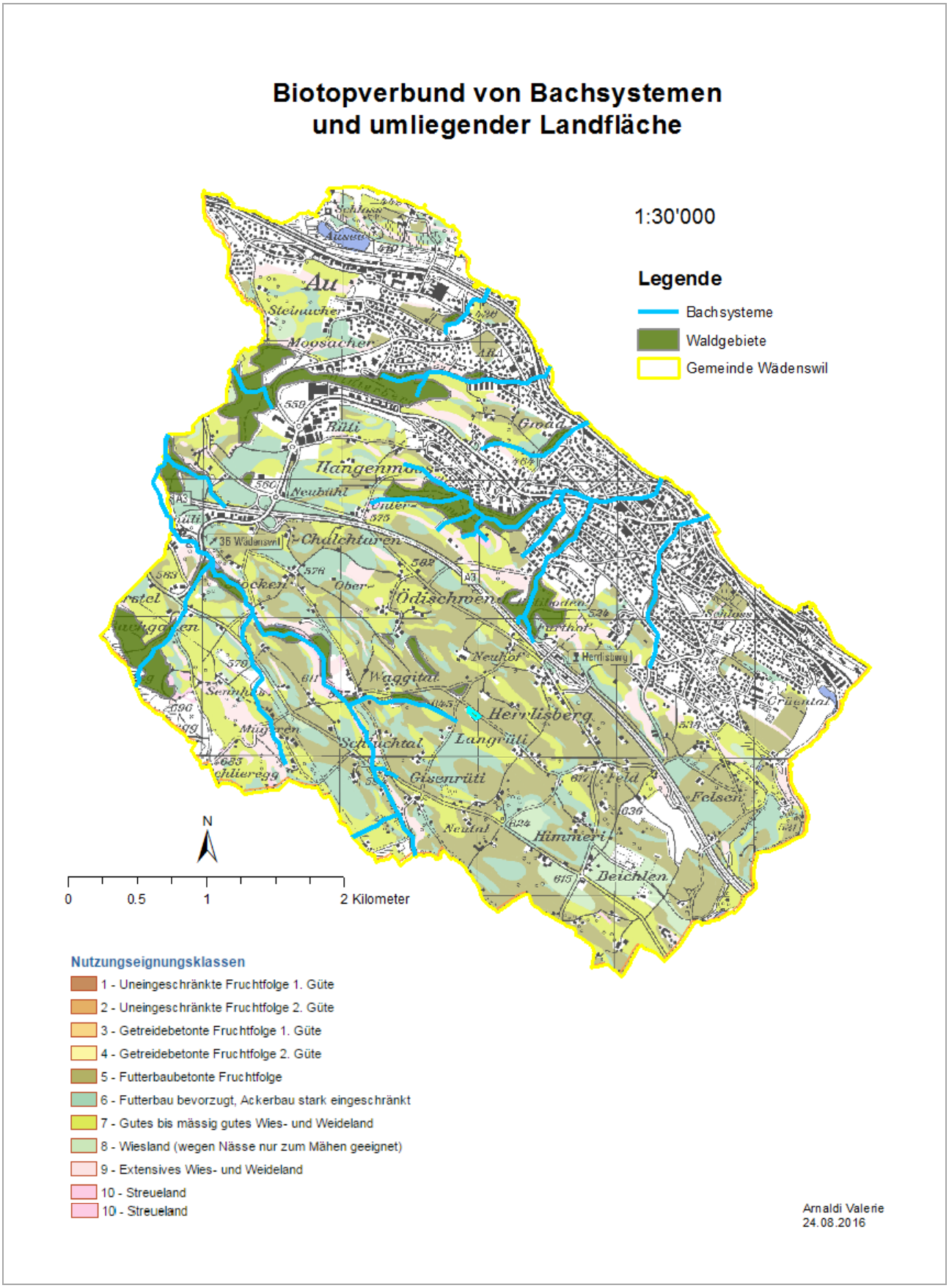


Abbildung 11: Biotopverbund von Bachsystemen und umliegender Landfläche

5 Diskussion

5.1 Methoden

Grundsätzlich waren die Feuersalamander-Larven durch ihre dunkle Färbung bei Tageslicht gut im Bachbett erkennbar. Bei einzelnen Individuen (v.a. im Muslibach) war die Pigmentierung so hell, dass sich die Tiere im Ruhezustand kaum vom Untergrund unterscheiden liessen. Ausserdem wurde bei den Begehungen festgestellt, dass sich das Versteckverhalten der Larven je nach Bach sehr stark unterschied. Im Mittelortbach und Tiefenhofbach beispielsweise waren die Larven gut erkennbar und kaum durch Blätter und sonstiges verdeckt. In anderen Bächen war das sehr unterschiedlich Diese Beobachtung lässt sich im Vergleich mit anderen Studien bestätigen, wobei davon ausgegangen wird, dass die Erkennbarkeit von Salamander-Larven durch die Breite und Beschaffenheit (v.a. Grösse und Anzahl ruhiger Stellen) der Bäche sowie das Vorhandensein von Prädatoren bestimmt wird (Schmidt, Gschwend, Bachmann, & Dermond, 2015). Trotzdem kann davon ausgegangen werden, dass Larven in grosser Dichte auch öfter gesehen werden (Manenti, Ficetola, & De Bernardi, 2009). Die Begehung der Standorte erfolgte bei dieser Arbeit auf Empfehlung von KARCH sowie aus praktischen Gründen bei Tageslicht. Feuersalamander-Larven sind jedoch nachtaktiv (Schmidt & Zumbach, 2016). Die grösste Anzahl Larven ist nach 22.00 Uhr zu beobachten und vormittags nur 10 - 20%, nachmittags ca. die Hälfte davon (Meikl, 2014; Schauer, Meikl, Gimeno, & Schwarzenbacher, 2012). Regnerisches Wetter trübt nicht nur die Sicht, sondern kann durch den zunehmenden Wasserstand und die Strömung auch das Verhalten der Larven bezüglich Aufenthaltsort beeinflussen, wodurch diese schwerer erfassbar sind (Schauer, Meikl, Gimeno, & Schwarzenbacher, 2012). Je nach Bedingungen ist deshalb davon auszugehen, dass Tiere in einzelnen Bachabschnitten eher übersehen wurden als in anderen. Für Larvenzählungen in weiterführenden Arbeiten ist für eine bessere Sichtbarkeit allenfalls eine Begehung im Dunkeln unter Verwendung einer Taschenlampe zum Ableuchten des Bachlaufes zu empfehlen (Thiesmeier-Hornberg, 1988; Beebee, 1996). Zum besseren Vergleich der Daten in Bezug auf Populationsgrösse und -entwicklung wird ausserdem eine Begehung immer zur selben Uhrzeit empfohlen.

Widererwarten haben sich die Lebensräume bzw. Laichgewässer von Feuersalamandern und Bergmolchen in den ausgewählten Untersuchungsgebieten teilweise überschnitten. Bergmolche bevorzugen als Paarungs- und Laichgewässer vorwiegend Stillgewässer wobei Feuersalamander zur Larvenablage Fliessgewässer aufsuchen (Glandt, 2008; Schmidt & Zumbach, 2016). An ruhigen Bachstellen im oberen Teil des Zopfbaches sowie im mittleren und oberen Teil des Tiefenhofbaches konnten bei der Begehung mehrfach Bergmolche beobachtet werden. Bei der Zählung der Larven

wurde auf die hellen Flecken am Beinansatz geachtet, die die Salamander-Larven deutlich von anderen Amphibienlarven unterscheiden lassen. Verwechslungen sind jedoch nicht zu 100 % auszuschliessen.

In dieser Arbeit wurde der Bach pro Standort in drei mehr oder weniger gleich grosse Abschnitte unterteilt. Die untersuchten Bachabschnitte sind teilweise ziemlich lang. Deshalb ist die Position der einzelnen Larven eher ungenau und wurde nur im unteren, mittleren oder oberen Teil verzeichnet. Es wäre interessant, herauszufinden, in welchen Kleinstrukturen sich die einzelnen Larven aufhalten. Möglicherweise werden gewisse Abschnitte und Becken eher für die Ablage der Larven bevorzugt als andere. Es wird deshalb empfohlen, bei einer weiteren oder mehrjährigen Begehung ein GPS-Gerät oder eine Karte zu verwenden, um die Position der einzelnen Tiere festzuhalten und dann die Resultate miteinander zu vergleichen.

Wie in den Methoden bereits erwähnt, wurden Bachabschnitte, die nach dem definierten Untersuchungsgebiet ins Freiland flossen, auch auf das Vorhandensein von Larven überprüft. Diese Überprüfung erfolgte jedoch nur als Kontrolle. Die Ergebnisse wurden nicht systematisch festgehalten. Um qualitativ und quantitativ zu überprüfen, ob Larven vom eigentlichen Aufenthaltsgebiet abgeschwemmt werden und ob sie in offenen Bachabschnitten überlebensfähig sind, wird empfohlen, bei weiteren Begehungen die genaue Anzahl Larven und Position festzuhalten. Das Vorgehen sollte nach dem gleichen Prinzip erfolgen wie in den definierten Waldstandorten.

5.2 Ergebnisse

5.2.1 Vorkommen

Die gemeldeten Sichtungen von adulten Feuersalamandern sind ziemlich deckungsgleich mit den Standorten, an denen bei der Kartierung Larven verzeichnet wurden. Die Meldung von zwei unabhängigen Sichtungen beim Schloss Wädenswil könnte auf eine weitere Teilpopulation in diesem Gebiet schliessen lassen. Dort befindet sich ein weiterer Bach, der von einem kleinen Waldstück umgeben ist. Dieser ist jedoch weder im GIS-Browser, noch auf der Gemeindekarte mit Name bezeichnet. Ausserdem befindet sich auch der Schlossbach nahe der Sichtungsstandorte. Dieser ist jedoch nicht von Wald umschlossen. Aufgrund fehlender Bezeichnung bzw. nicht angrenzendem Waldgebiet wurden diese beiden Standorte in der vorliegenden Arbeit nicht berücksichtigt. Die Sichtungen von adulten Feuersalamandern beziehen sich ausschliesslich auf das Gebiet nördlich der Autobahn. Dieser Umstand könnte einerseits auf eine höhere Vorkommens-Dichte von Feuersalamandern in diesem Gebiet hinweisen. Andererseits ist das Gebiet stark überbaut und viel dichter durch den Menschen besiedelt, was eine zufällige Sichtung bei gleicher Anzahl Amphibien wahrscheinlicher macht.

Obwohl in zwei Dritteln der untersuchten Bachläufe Feuersalamander-Larven gefunden wurden, scheint die Bestandes-Dichte sehr zu variieren. Vor allem Standorte, die vom Siedlungsgebiet komplett umschlossen und nicht durch Bachsysteme oder natürliche Vernetzungsstrukturen miteinander verbunden sind, weisen im vorliegenden Fall eine auffällig hohe Larvendichte auf. Dabei lässt sich mit der vorliegenden Datengrundlage nicht sagen, ob es sich um Relikte oder um eine ökologisch hochwertige Situation handelt (Seidel, Pintar, & Gruber, 1996). Um eine Aussage über die Vorkommens-Dichte und -Entwicklung zu machen, müsste eine Larvenzählung an den gleichen Standorten über längere Zeit erfolgen (Meikl, 2014).

5.2.2 Abiotische Umweltfaktoren

Das empfindliche Zusammenspiel von verschiedenen Umweltfaktoren scheint das Vorkommen von Feuersalamandern auszumachen (Manenti, Ficetola, & De Bernardi, 2009). Dabei können die einzelnen Einflüsse eine direkte oder indirekte Auswirkung auf das Vorkommen und die Verbreitung einer Art haben (Ficetola, Marziali, Rossaro, De Bernardi, & Padoa-Schioppa, 2011).

Aufgrund der eher geringen Stichprobengrösse sind die Ergebnisse aus den statistischen Auswertungen kritisch zu beurteilen. Das Vorgehen soll in erster Linie als Ansatzpunkt für weiterführende Arbeiten dienen.

5.2.2.1 Elektrische Leitfähigkeit

Mit der elektrischen Leitfähigkeit kann die Verunreinigung von Wasser durch verschiedene Elemente gemessen werden. Der Wert wird dabei in Mikrosiemens (µs/cm) gemessen. Je höher der Wert, desto grösser die Verunreinigung. Die elektrische Leitfähigkeit wird dabei durch gelösten Kalk sowie übrige Mineralien wie Kalzium und Magnesium beeinflusst. Auch Chloride, Nitrate und Sulfate sowie organische Bestandteile von Erde und Dreck tragen zur Verunreinigung bei. (Lenntech BV, 2016; welltec, 2016)

Mit einem gemessenen Minimalwert von 286 und einem Maximalwert von 895 µs/cm liegen die gemessenen Werte ziemlich weit auseinander. Bei einer vergleichbaren Arbeit über das Vorkommen von Feuersalamander-Larven liegen die Werte mit 216 bis 311 µs/cm wesentlich näher beieinander (Thiesmeier-Hornberg, 1988). Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass es sich in diesem Falle um Messungen am selben Bach handelt und nicht wie in der vorliegenden Arbeit um unterschiedliche Standorte. Bei den untersuchten Standorten wird häufig Drainagewasser aus umliegenden Gebieten in die Bäche eingeleitet, was die hohen und unterschiedlichen Werte erklären könnte. Ausserdem erfolgten die Begehungen nach teilweise starken Regenfällen. Allfällige Ufererosionen könnten die Verunreinigung durch organisches Material zusätzlich begünstigen. Die statistische

Auswertung hat jedoch keinen signifikanten Unterschied der elektrischen Leitfähigkeit zwischen Gewässern mit Larvenvorkommen und solchen ohne ergeben. Dies könnte auf den Umstand zurückzuführen sein, dass es sich um eine eher kleinräumige Untersuchung handelt. Einzelne Bäche sind sogar miteinander vernetzt. Das Vorkommen von Feuersalamander-Larven kann als Indikator für sauberes Wasser angesehen werden, da die Larven nur in nährstoffarmen Gewässern (Manenti, Ficetola, & De Bernardi, 2009) mit guter Wasserqualität (Meikl, 2014) überleben. In Deutschland hat Leitungswasser einen Wert von 300 bis 800 µs/cm aufzuweisen (Lenntech BV, 2016). Im vorliegenden Fall befinden sich die Werte in diesem Spektrum. Für eine genauere Untersuchung der Verunreinigung müssten die Gewässer jedoch auf einzelne Parameter untersucht werden.

5.2.2.2 Sauerstoffgehalt

In Bächen mit Larvenvorkommen wurden während den Begehungen Sauerstoffgehalte zwischen 7.83 und 11.01 mg/l gemessen. Der mittlere Sauerstoffgehalt ergab einen Wert von 10.11 mg/l. Die Werte sind damit etwas tiefer als bei einer vergleichbaren Studie (Thiesmeier-Hornberg, 1988).

Der Sättigungswert von gelöstem Sauerstoff im Wasser wird bei einer Temperatur von 0 °C mit 14.6 mg/l und bei einer Temperatur von 20 °C mit 9.1 mg/l erreicht (Institut für Umweltverfahrenstechnik - Universität Bremen, 2016). Werte unter 4 mg/l schränken die Überlebenschancen von Amphibienlarven und anderen aquatischen Lebewesen erheblich ein (Kenneth Dodd Jr., 2010). Dass sich Larven in Gewässern mit hohem Sauerstoffgehalt aufhalten, wird damit in dieser Arbeit bestätigt.

Die statistische Auswertung hat keinen signifikanten Unterschied des Sauerstoffgehaltes mit und ohne Larvenvorkommen ergeben. Dies könnte sich darauf zurückführen lassen, dass es sich bei den untersuchten Standorten überall um Fliessgewässer handelt, die durch die ständige Bewegung durch unterschiedliches Relief und Gefälle mit Sauerstoff versorgt werden. Ausserdem fliessen viele der untersuchten Bäche zusammen und weisen deshalb ähnliche Konditionen auf.

5.2.2.3 Wassertemperatur

In Bächen mit Larvenvorkommen wurden während den Begehungen Wassertemperaturen zwischen 8.5 und 14.1 °C gemessen. Die mittlere Temperatur ergab einen Wert von 10.11 °C. Gemäss vergleichbaren Studien, sind Feuersalamander-Larven in Gewässern mit tiefen aber relativ konstanten Temperaturen zwischen 8 und 11 °C zu finden (Meikl, 2014). In einer anderen Arbeit wurden Wassertemperaturen zwischen 0.1 und 16.9 °C gemessen (Thiesmeier-Hornberg, 1988). Diese Werte beziehen sich jedoch im Gegensatz zu den gemessenen Wassertemperaturen in dieser Arbeit auf das gesamte Jahr. Gemäss statistischer Auswertung scheinen Bachabschnitte ohne Larvenvorkommen im Schnitt ungefähr ein Grad kälter zu sein als solche mit Larvenvorkommen. In beiden Fällen

bewegen sich die Einzelwerte jedoch im Richtbereich von anderen Literarischen Untersuchungen in Bezug auf das Vorkommen von Feuersalamander-Larven (vgl. oben).

Die Wassertemperatur hat einen entscheidenden Einfluss auf den Stoffwechsel und die Bewegungsfähigkeit von Amphibienlarven (Kenneth Dodd Jr., 2010). Da der gelöste Sauerstoffgehalt im Wasser mit abnehmender Temperatur höher ist, scheint es sich bei diesen beiden Faktoren um ein empfindliches Zusammenspiel zu handeln (Kenneth Dodd Jr., 2010).

5.2.2.4 Ph-Wert

Die gemessenen Ph-Werte in dieser Arbeit liegen bei Bächen mit Larvenvorkommen zwischen 7.31 und 8.98 und zeigen dabei eine neutrale bis alkalische Tendenz. Dass Bäche mit eher neutralen Werten für die Larvenablage bevorzugt werden, wird auch von anderen Arbeiten bestätigt, wobei Larven in diesem Falle auch noch bei einem Wert von 5.3 vorkommen (Thiesmeier-Hornberg, 1988). Normalerweise sind Amphibien und andere aquatische Lebewesen bei Ph-Werten zwischen 6.0 und 7.5 vorzufinden, wobei Larvenfunde unter 5.0 ausbleiben (Kenneth Dodd Jr., 2010).

In der statistischen Auswertung konnte kein Unterschied beim Ph-Wert von Bächen mit- und ohne Larvenvorkommen festgestellt werden. Auch in diesem Falle ist auf die eher kleinräumige Untersuchung hinzuweisen. Faktoren, die den Ph-Wert beeinflussen sind unter anderem das Ausgangsgestein und der Anteil an organischem Material (Kenneth Dodd Jr., 2010).

5.2.2.5 Bachgefälle

Die statistische Auswertung hat einen signifikanten Unterschied zwischen Bächen mit und ohne Larvenvorkommen in Bezug auf das Bachgefälle ergeben. Dass Larven eher in Bächen mit grösserem Gefälle vorzufinden sind könnte sich jedoch auch noch durch andere Gegebenheiten erklären lassen. Bäche mit geringerem Gefälle waren oft breiter, mit hoher Fliessgeschwindigkeit und weniger ruhigen Stellen. Ausserdem ist der Prädatorendruck häufig grösser und das Nahrungsangebot für die Larven kleiner.

5.2.2.6 Böschungsgefälle

Die grösste Anzahl Larven wurde in Bächen mit Uferböschungen mit einem Gefälle zwischen 40 und 60 % gefunden. So ergab auch die statistische Auswertung einen signifikanten Unterschied beim Böschungsgefälle bei Bächen mit und ohne Larvenvorkommen. Gebiete, in denen keine Larven gefunden wurden waren allgemein weniger steil, wurden jedoch mit Böschungsgefällen zwischen 10 und 95 % verzeichnet. Bei Bachabschnitten mit Larvenvorkommen war das Maximum bei 75 %. Feuersalamander scheinen sich demnach an Stellen mit einem gewissen Gefälle aufzuhalten. Möglicherweise sind diese Areale für Fressfeinde schwerer zugänglich und bieten Schutz für Larven wie

auch adulte Tiere. Ab einer gewissen Steigung wurden keine Larven mehr vorgefunden. Vermutlich behindert die Steigung ab einem gewissen Grad die Fortbewegung von adulten Tieren.

5.2.2.7 Bachbreite

Bereits bei der Begehung wie dann auch bei der visuellen Auswertung wurde festgestellt, dass Feuersalamander-Larven eher in schmalen Bachabschnitten vorzufinden sind. Die Bäche mit Vorkommen waren zwischen 50 – 200 cm breit. Bäche ohne Vorkommen waren bis zu 600 cm breit. Auch die Statistische Auswertung ergab einen signifikanten Unterschied. Wie bereits oben erwähnt wurde, kann es sich um mehrere Faktoren handeln, die zusammenkommen. Bei breiteren Bächen waren Bachgefälle und Böschungen häufig weniger steil. Wegen der Breite der Bäche war ausserdem die Fliessgeschwindigkeit höher und das Bachbett bietet kaum ruhige Versteckmöglichkeiten. Ausserdem wurden oft weder Köcherfliegenlarven noch Flussflohkrebse verzeichnet. In einer vergleichbaren Studie wird davon ausgegangen, dass breitere Bäche mehr Prädatoren beheimaten und die Abundanz von Salamander-Larven beeinflussen (Schmidt, Gschwend, Bachmann, & Dermond, 2015).

5.2.3 Biotische Umweltfaktoren

Es ist bestätigt, dass abiotische Faktoren einen wichtigen Einfluss auf die Entwicklung von Amphibienlarven haben (Kenneth Dodd Jr., 2010). Tatsächlich scheinen biotische Faktoren jedoch einen wesentlich höheren Einfluss auf das Wachstum und die Überlebenschancen von Feuersalamander-Larven zu haben als abiotische (Limongi, Ficetola, Romeo, & Manenti, 2015).

Es ist mehrfach bestätigt, dass weibliche Feuersalamander für die Ablage der Larven eher Gewässer aussuchen, die nicht durch Fische besetzt sind (Meyer, Zumbach, Schmidt, & Monney, 2009; Glandt, 2008, Fritz & Küster, 2002). Die Seeforelle ernährt sich von Kleintieren aller Art und dürfte auch beim Feuersalamander keine Ausnahme machen (Udo, 2016). Natürlicherweise würden die Larven des Feuersalamanders in Bachabschnitten oberhalb der Forellenregion vorkommen (Seidel, Pintar, & Gruber, 1996). Ein natürliches Laichgewässer, das künstlich mit Fisch besetzt wird, kann deshalb zur Stagnation von Amphibienpopulationen und im schlimmsten Fall sogar zum Aussterben führen (Smith & Sutherland, 2014).

Im vorliegenden Fall werden der Meilibach, Aabach und Gulmenbach als Angelgewässer genutzt und jährlich mit Seeforellen-Brütlingen bestockt. Lediglich im Meilibach besteht eine Koexistenz zwischen Forellen und einer kleinen Anzahl von Feuersalamander-Larven. Mit der vorliegenden Datengrundlage ist es jedoch schwierig zu sagen, ob das Vorhandensein von Fischen das Vorkommen von Feuersalamander-Larven ausschliesst. Der Ausschluss dieser Habitate zur Larvenablage könnte auch auf andere Faktoren zurückzuführen sein. Gemäss statistischer Auswertung wurden

Larven eher in schmaleren Bächen mit steilem Bachgefälle und steilen Uferböschungen gefunden. So wurden beispielsweise keine Feuersalamander nachgewiesen in Gelände mit geringem Relief (Fritz & Küster, 2002). Die vorgenannten Voraussetzungen werden vom Aabach nicht und vom Gulmenbach nur teilweise erfüllt. Ausserdem konnten weder im Aabach noch im Gulmenbach Flussflohkrebse verzeichnet werden. Das Fehlen von wasserbewohnenden wirbellosen Kleintieren ist ein Indikator für die Abwesenheit von Feuersalamander-Larven (Manenti, Ficetola, & De Bernardi, 2009). Diese dienen den Larven des Feuersalamanders als wichtigste Nahrungsgrundlage (Stresemann, Senglaub, Hannemann, & Klausnitzer, 2011). Der Gulmenbach verzeichnet hohe Abstürze, die teilweise natürlich beschaffen und teilweise künstlich angelegt sind. Bachflohkrebse können jedoch nur strukturreiche Hindernisse bis 60 cm überwinden (Bertiller, 2003). Erstaunlich ist das komplette Fehlen von Feuersalamander-Larven im Sengelenbach. Bachgefälle sowie Uferböschungen sind steil. Ausserdem konnten bei der Begehung Köcherfliegenlarven wie auch Flussflohkrebse verzeichnet werden. Der Bach wird ausserdem nicht mit Fischen bestockt (Filli, 2016). Allerdings ist der Sengelenbach mit 200 – 500 cm im Schnitt viel breiter als Bäche, in denen Larven vorkommen. Ausserdem führt er direkt in den Aabach und kann durch fehlende Barrieren ungehindert von Fischen passiert werden. Auch im Bachgadenbach wurden keine Feuersalamander-Larven gefunden obwohl das Gebiet vor allem im mittleren und oberen Abschnitt für ein Vorkommen geeignet scheint. Die Böschungen des Baches sind steil und von Laubwald umgeben. Ausserdem ist das Bachgefälle steil und hat mehrere ruhige Stellen. Der Bach wird nicht aktiv durch Fische bestockt (Filli, 2016). Da er aber in den Aabach mündet, haben Forellen die Möglichkeit, in den unteren Teil des Bachgadenbaches vorzudringen. Bei der Kartierung konnten mehrere Jungfische verzeichnet werden. Der untere Teil des Baches ist jedoch von den beiden oberen Teilen durch einen künstlichen Absturz abgetrennt und kann von Fischen nicht passiert werden. Bei der Feldbegehung wurden im mittleren Teil des untersuchten Bachabschnittes Überreste von einheimischen Flusskrebsarten gefunden. Gemäss GIS-Browser ist das Vorkommen von Flusskrebsen nur im Aabach und Zopfbach bestätigt. Auf dem vielfältigen Speiseplan der verschiedenen Flusskrebsarten sind auch kleinere Amphibien und deren Larven vertreten (Beinlich, 2009). Im Zopfbach konnte jedoch auch eine kleine Anzahl von Larven neben dem Bestand von Flusskrebsen verzeichnet werden.

5.2.4 Biotopverbund

5.2.4.1 Larven

Aufgrund der Struktur der Bachsysteme ist es eher unwahrscheinlich, dass Larven von einer Teilpopulation zur anderen gelangen. Der Bereich, bei dem Muslibach und Untermosenbach in den Gulmenbach führen, ist weitgehend künstlich beschaffen. Die Strömung dürfte so stark sein, dass sich Larven, die von ihren Standorten weggespült wurden, nicht in diesen Bereichen aufhalten können

und weiter bachabwärts in den See getragen werden. Allenfalls könnten Larven vom Waggitalbach in den Aabach und von dort aus an ruhigen Stellen in einmündende Bäche gelangen. Die Bedingungen dürften für ein Larvenvorkommen gemäss statistischer Auswertung und Literaturabgleich jedoch eher ungeeignet und eine Überlebenschance gering sein (vgl. 5.2.2 und 5.2.3). Die übrigen Bäche, die durch Larven besetzt sind, sind nicht miteinander verbunden und schliessen deshalb einen Biotopverbund der aus.

5.2.4.2 Adulte Feuersalamander

Das Streifgebiet, das von einem Tier in einer bestimmten Zeit (Saison, Jahr) genutzt wird, wird als Homerange bezeichnet (Graf, 2015). Allgemein ist wenig über den Bewegungsradius von adulten Feuersalamandern bekannt (Schmidt, Gschwend, Bachmann, & Dermond, 2015). Sie gelten jedoch allgemein als sehr standorttreu (Meyer, Zumbach, Schmidt, & Monney, 2009). Ältere Studien wiedergeben eine mittlere Homerange von 55 - 68 m^2 (Joly, 1968; Denoël, 1996). Einem aktuelleren Bericht zufolge beträgt die mittels Radiotelemetrie ermittelte Homerange von Feuersalamandern im Mittel 494 bis 1295 m^2 (Schulte, Küsters, & Steinfartz, 2007). Untersuchungen am kleinasiatischen Feuersalamander *(Salamandra infraimmaculata)* haben einen mittleren Bewegungsradius von 200 m ergeben (Bar-David, Segev, Peleg, Hill, & Templeton, 2007).

Die Grösse und Struktur des zusammenhängenden Waldsystems könnte bei der Grösse der Homerange des Feuersalamanders eine entscheidende Rolle spielen, da er bei der Nahrungsaufnahme sein natürliches Habitat kaum verlassen wird. Das kleinste zusammenhängende Waldgebiet umschliesst im vorliegenden Fall den Mittelortbach mit rund 1700 m^2 Waldfläche. Auch bei einer mittleren Homerangegrösse von 1295 m^2 (vgl. oben) wäre der Bewegungsraum der einzelnen Tiere abgedeckt. Es lässt sich jedoch nicht sagen, ob Feuersalamander bei ihren Jagdstreifzügen den Bach überqueren, da sie schlechte Schwimmer sind. Möglicherweise nutzen sie ruhige Stellen oder Steinstrukturen zum Überqueren der Gewässer.

Migrierende Tiere auf der Suche nach neuen Habitaten müssten die Waldstrukturen auf ihrer Wanderung gezwungenermassen verlassen. Die Standorte ausserhalb des Waldgebietes, an denen adulte Feuersalamander gemeldet wurden, bestätigen diese Tatsache im vorliegenden Fall (vgl. Abbildung 4). Da im Datenauszug von CSCF kein genaues Datum der Sichtungen sondern lediglich die Jahreszahl angegeben ist, lässt sich nicht sagen, ob sich die Tiere auf Paarungssuche, auf der Suche nach einem geeigneten Winterquartier oder auf einer längeren Wanderung befunden haben könnten. Bei einer Studie am kleinasiatischen Feuersalamander wird bei einer zurückgelegten Strecke von über 1000 m davon ausgegangen, dass sich die Tiere nicht mehr in ihrer Homerange bewegen sondern auf der Suche nach einem neuen Habitat sind (Bar-David, Segev, Peleg, Hill, & Templeton, 2007).

Es ist nicht möglich, mit den vorliegenden Daten zu beurteilen, ob ein Austausch zwischen den verschiedenen Teilpopulationen stattfindet und die vorhandenen Vernetzungsstrukturen dafür ausreichen. Zwischen einigen untersuchten Bachabschnitten bestehen noch immer grossräumige Landwirtschaftsflächen. Es gibt jedoch nur wenige Studien, die sich mit den Auswirkungen von offenen Flächen bei der Verbreitung von waldbewohnenden Salamandern spezialisieren (Marsh, Thakur, Bulka, & Clarke, 2004). Ob und in welchem Umfang Grasland als Korridor zwischen den einzelnen Teilpopulationen angenommen wird, lässt sich im vorliegenden Fall nicht sagen. Nachforschungen bei anderen waldbewohnenden Salamander-Arten haben unterschiedliche Resultate ergeben. Eine Untersuchung am Flecken-Querzahnmolch *(Ambystoma maculatum)* hat gezeigt, dass bei der Abwanderung offene Grasflächen vermieden und die Wanderung bei solchen Flächen unterbrochen werden (Rittenhouse & Semlitsch, 2006). Der Rotrückensalamander *(Plethodon cinereus)* hingegen nutzt offene Flächen als Korridor bei der Kolonisation von neuen Waldhabitaten (Marsh, Thakur, Bulka, & Clarke, 2004).

Im vorliegenden Fall ist ausserdem darauf hinzuweisen, dass die einzelnen Standorte häufig von Siedlungen komplett umschlossen und kaum durch natürliche Elemente miteinander verbunden sind. Landschaften, die durch Infrastruktur stark beeinträchtigt sind, können für Salamander bereits bei geringer Distanz eine Barriere darstellen und die weitere Ausbreitung und den Austausch zwischen den Teilpopulationen verhindern (Bar-David, Segev, Peleg, Hill, & Templeton, 2007).

5.2.5 Gefahren

5.2.5.1 Strassen und Siedlungen

Bei einer kleinen Anzahl Individuen an einem Standort kann bereits eine wenig befahrene Strasse die Population zum Erlöschen bringen, wenn einzelne Tiere überfahren werden (Seidel, Pintar, & Gruber, 1996). Obwohl der gebänderte Feuersalamander nördlich der Alpen vorwiegend nachtaktiv ist, wird er auch auf wenig frequentierten Forststrassen oft überfahren (Meyer, Zumbach, Schmidt, & Monney, 2009). Beim Standort Waggitalbach, bei dem eine geringe Anzahl Larven verzeichnet werden konnte, wurde bei den Kartierungen ein überfahrener Feuersalamander auf der asphaltierten Landstrasse links vom Waldgebiet gefunden.

Viele Amphibienarten unternehmen saisonale Wanderungen zwischen Laichgebieten und terrestrischem Lebensraum. In solchen Fällen macht es Sinn, die Amphibien mit einem Zaun zu gewissen Zeiten vor der Strasse zu schützen und einzusammeln (Smith & Sutherland, 2014). Feuersalamander bewohnen oft Waldgebiete, die an Gewässer angrenzen, in denen sie die Larven ablegen. Sie kreuzen vor allem Strassen, die ihre Jagdgebiete im Wald durchkreuzen oder beim Abwandern in

ein anderes Gebiet. Eine konkrete Schutzmassnahme in diesem Bereich ist deshalb schwierig und aufwändig.

Anders sieht es bei der Gefahrenquelle von Senklöchern und Abflüssen an Bordsteinkanten aus. Durch die Ausstattung des Gefahrengutes mit einfachen Ausstiegshilfen oder Schutzgittern können solche Unfälle verhindert werden (Smith & Sutherland, 2014). Es wird deshalb empfohlen, Senklöcher und Abflüsse in direkter Umgebung der Standorte entsprechend zu modellieren. Diese Massnahme sichert nicht nur das Überleben von hinuntergefallenen Feuersalamandern sondern auch von vielen anderen Amphibien und kleinen Säugetierarten.

5.2.5.2 Landwirtschaft

Intensive landwirtschaftliche Nutzung kann die Fortbewegung einzelner Individuen zwischen verschiedenen Teilpopulationen erschweren oder verunmöglichen. Verschiedene Studien haben ergeben, dass das stehenlassen von natürlichen Vegetations- und Strukturelementen das Vorkommen von diversen Amphibienarten und die Migration fördern. Das Mähen von Gras kann negative Folgen für die Wanderung von Amphibien haben. Wenn das Gras einer Wiese zu kurz geschnitten ist, enthält es zu wenig Feuchtigkeit und Schutz zur Wanderung von Amphibien. Bei Studien in unterschiedlichen Regionen konnte das Vorkommen verschiedener Amphibienarten durch den Einsatz von Weidevieh begünstigt werden. (Smith & Sutherland, 2014)

5.2.5.3 Ufererosion

Durch die Begehung von Bächen mit steilen Böschungen wird Ufererosion gefördert. Damit werden Bäche verschlammt, Kleinstrukturen zerstört und Totholz, das als wichtiger Unterschlupf für adulte Feuersalamander dient, losgelöst und fortgeschwemmt. Verschiedene Studien haben ergeben, dass eine Unterschutzstellung von wichtigen Laichgebieten und deren Umgebung von verschiedenen Amphibienarten die Entwicklung der Population fördern und eine Beschädigung des Lebensraumes und der Arten selbst verhindert (Smith & Sutherland, 2014). Deshalb wird empfohlen, dass Standorte mit Feuersalamander-Vorkommen, die vermehrt durch den Menschen gestört werden, unter Schutz gestellt werden. Dies betrifft vor allem den Mittelortbach, der eine der grössten Dichte an Feuersalamander-Larven aufweist.

5.2.5.4 Waldbewirtschaftung

Die Waldbewirtschaftung kann eine Gefahr für die das Unterholz bewohnenden adulten Tiere darstellen. Die die Standorte umschliessenden Waldgebiete sind vorwiegend im Eigentum von Kanton und Gemeinde, teilweise auch von Privatpersonen (Kanton Zürich, 2016). Eine Studie in den USA hat ergeben, dass beim Schutz des bewaldeten Ufer- bzw. Bergkammes und bei Nichtbewirtschaftung dieser Streifen das Vorkommen von Salamandern steigert (Smith & Sutherland, 2014). Um zu

eruieren, ob eine solche Unterschutzstellung in den vorliegenden Gebieten sinnvoll ist, müsste zuerst herausgefunden werden, wie die entsprechenden Waldgebiete bewirtschaftet werden. Ausserdem sind die Bachböschungen ziemlich steil und mit entsprechenden Maschinen ohnehin meist schwer passierbar. Eine noch grössere Gefahr besteht neben intensiver Waldnutzung bei der Umnutzung von Laubmischwäldern in Nadelwälder und Monokulturen und damit in der Zerstörung des natürlichen Lebensraumes von Feuersalamandern (Meikl, 2014).

5.2.5.5 Geschiebesammler und Auffangbecken

Es ist erwiesen, dass das Vorhandensein von Pools und ruhigen Abschnitten in einem Bach das Wegspülen von Salamander-Larven verhindert (Thiesmeier & Schuhmacher, 1990; Baumgartner, Waringer, & Waringer, 1999). Ob im vorliegenden Fall die Larven in grosser Zahl von den Weibchen direkt in die künstlichen Geschiebesammler und Auffangbecken abgelegt werden oder ob das Becken eine Art Auffangfunktion erfüllt, lässt sich mit der vorliegenden Datengrundlage nicht sagen.

In kanalisierten und eingedolten Bereichen haben die Larven kaum eine Überlebenschance, da sie durch die starke Strömung immer weiter bachabwärts gespült werden und schliesslich im See landen. Auch wenn Larven in unbewaldete offene Abschnitte gespült werden, sind die Überlebenschancen eher gering. So wurde bewiesen, dass Salamander-Larven empfindlich auf die direkte Einstrahlung von UV-Strahlen reagieren und in ihrer Entwicklung erheblich gestört werden (Lesser, Turtle, Farrell, & Walker, 2001).

Geschiebesammler und Überlaufbecken sollten auf jeden Fall so angelegt sein, dass ein Teil des Beckens flach ist und damit die Möglichkeit für Tiere nach der Metamorphose vom Wasser an Land gewährleistet ist (Bertiller, 2003). Andernfalls kann auch eine Rampe aus Lochblech installiert werden (Bertiller, 2003). Dieses Vorgehen wird im Falle des Beckens im unteren Abschnitt des Zopfbaches, das keine Abflachung aufweist, vorgeschlagen. Im Weiteren sollte beachtet werden, dass Becken durch umliegende Bäume und Büsche genügend beschattet werden, damit die Entwicklung der Larven nicht durch zu viel Sonneneinstrahlung beeinträchtigt wird.

5.2.5.6 Krankheiten und Pestizide

Neben Lebensraumzerstörung, Strassenverkehr, Landschaftszerschneidung und anderen Gefahren stellen auch die Übertragung von Krankheitserregern sowie der Einsatz von Pestiziden für viele Amphibienarten ein grosses Problem dar. Beim Einsatz bestimmter Pflanzenschutzmittel wurden unter anderem Deformationen von Larven verschiedener Amphibien festgestellt (Beebee, 1996). Mit der zunehmenden Mobilität des Menschen werden ausserdem nicht selten Erreger eingeschleppt, gegen die einheimische Arten oft nicht gewappnet sind. Die Krankheit Chytridiomycosis, die durch einen Pilz hervorgerufen wird und die die Haut von Amphibien befällt, ist hochansteckend und kann

schnell zum Auslöschen einzelner Populationen führen (Smith & Sutherland, 2014). Bei der Begehung von Gewässern sollten deshalb strikte Anweisungen befolgt werden, um die Verbreitung solcher Krankheiten zu vermeiden.

5.3 Fazit

Die Erfassbarkeit der Larvenvorkommen ist stark von der Struktur und Beschaffenheit des Baches, vom Prädatorendruck sowie von Witterung und Tageszeit abhängig. Dadurch ist es wahrscheinlich, dass einzelne Individuen bei einigen untersuchten Standorten eher übersehen wurden als bei anderen. Der Lebensraum von Bergmolchen und Feuersalamandern hat sich im Untersuchungsgebiet überschnitten, weshalb eine teilweise Verwechslung der Larven nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden kann. Die Überprüfung von Feuersalamander-Larven im Offenland erfolgte nicht systematisch und ist deshalb auch nicht mit den Ergebnissen der offiziell als Untersuchungsgebiet definierten Waldstandorte vergleichbar. Ausserdem schliessen die Ergebnisse aus dieser Arbeit ein Vorkommen von Feuersalamander-Larven in anderen Gewässern nicht aus.

Zwei in der Gemeinde Wädenswil örtlich nahe beieinanderliegende Meldungen von adulten Feuersalamandern befinden sich ausserhalb der untersuchten Standorte. Möglicherweise handelt es sich um eine weitere Teilpopulation in diesem Gebiet. Die Larvendichte an den verschiedenen Standorten war sehr variabel. Bei Teilpopulationen mit grossem Larvenvorkommen könnte es sich entweder um Restbestände oder um ein ökologisch besonders wertvolles Gebiet handeln.

Das Vorkommen von Feuersalamander-Larven wird durch ein empfindliches Zusammenspiel von verschiedenen Umweltfaktoren bestimmt und lässt sich nicht auf einzelne Einflüsse zurückführen. Für die Larvenablage werden jedoch eher schmale Bäche mit einem gewissen Gefälle und kühlem sauerstoffreichem Wasser sowie steilen Uferböschungen bevorzugt. Auch Becken mit verminderter Strömung, das Vorhandensein von Flussflohkrebsen und die Abwesenheit von Fischen scheinen das Vorkommen zu begünstigen. Tendenziell scheinen die Umweltfaktoren der Bäche, die mit Fischen besetzt sind, für die Ansprüche des Feuersalamanders zur Larvenablage eher ungeeignet zu sein.

Die untersuchten Standorte sind teilweise durch Bachsysteme miteinander verbunden. Durch die künstliche Struktur, an denen die Bäche zusammenfliessen, sind Überlebenschancen von Larven, die abgeschwemmt werden eher gering. Es kann davon ausgegangen werden, dass dadurch im Lebensraum der Larven kaum ein Biotopverbund und Austausch zwischen den einzelnen Teilpopulationen besteht.

Zwischen den einzelnen Standorten kommen kaum natürliche Waldstrukturen vor. Um zu einem neuen Habitat zu gelangen, müssen adulte Feuersalamander Siedlungsgebiete und offene Landwirtschaftsflächen durchqueren. Ob bereits vorhandene Strukturelemente wie Hecken, Baumgruppen, Gärten, etc. zwischen den Teilpopulationen für eine Migration ausreichen und von den Feuersalamandern angenommen werden, lässt sich nach dem heutigen Kenntnisstand nicht sagen. Die Autobahn bildet eine zusätzliche Barriere zwischen dem südlichen und nördlichen Teil von Wädenswil.

Eine Gefährdung des Bachbiotopes stellen Ufererosion und Störungen durch den Menschen dar. Auffangbecken und Geschiebesammler, die nach erfolgter Metamorphose keine Ausstiegsmöglichkeit bieten, können eine tödliche Falle darstellen. Das umliegende Waldgebiet und damit der Lebensraum der adulten Feuersalamander kann durch intensive Bewirtschaftung oder eine Umnutzung gefährdet werden. Die Amphibien sind bei ihren Streifzügen und Wanderungen vor allem dem Strassenverkehr sowie den damit verbundenen Infrastrukturen wie Senklöchern ausgesetzt. Ein weiteres Risiko bei der Wanderung bergen intensiv genutzte landwirtschaftliche Flächen. Entweder durch die Bearbeitung von Maschinen oder wegen fehlendem Schutz bei der Überquerung von Feldern. Auch der Einsatz von Pestiziden, Düngemitteln und die unkontrollierte Verbreitung von Krankheiten stellen ein Risiko für Larven wie auch für ausgewachsene Tiere dar.

5.4 Empfehlung für weiteres Vorgehen

5.4.1 Erfassung Bestandesgrösse und mehrjähriges Monitoring

Die in dieser Arbeit angewandte semiökologische Erfassungsmethode sagt qualitativ über die Bestände der Feuersalamander nichts aus. Wie bereits erwähnt, dient diese Methode in einem ersten Schritt dazu, herauszufinden, ob eine Tierart vorkommt oder nicht. Es wird deshalb vorgeschlagen, ein mehrjähriges Monitoring und einen Vergleich mit anderen Gebieten durchzuführen. Falls die Bestandesgrösse durch eine ökologische Einschätzung ermittelt werden soll, müsste eine genaue Zählung und der Vergleich einzelner Individuen über mehrere Jahre erfolgen (Seidel, Pintar, & Gruber, 1996). Die Tiere könnten mittels Zaun eingefangen werden (Thiesmeier-Hornberg, 1988). Die Populationsgrösse von adulten Feuersalamandern kann durch die Fang-Wiederfang-Methode abgeschätzt werden (White, Anderson, Burnham, & Otis, 1982). Mit der genauen Dokumentation vom Aufenthaltsort könnte auch herausgefunden werden, welche Homerange von einzelnen Individuen genutzt wird.

Zur Abschätzung der Grösse der Larvenvorkommen wird die Methode „removal sampling“ vorgeschlagen (Schmidt, Gschwend, Bachmann, & Dermond, 2015; White, Anderson, Burnham, & Otis,

1982). Es wäre interessant in einem nächsten Schritt herauszufinden, ob künstlich angelegte Überlaufbecken und Geschiebesammler von den Weibchen direkt zur Larvenablage ausgesucht werden oder ob die Larven durch die Strömung dorthin gespült werden. Dazu könnten Driftnetze vor den jeweiligen Auffangbecken installiert werden. Driftnetze sind so angelegt, dass der gesamte Bachquerschnitt durch das Netz hindurch fliesst (Thiesmeier & Schuhmacher, 1990). Durch die Installation am Ende der untersuchten Bachabschnitte kann auch festgestellt werden, wie viele Larven aus dem Waldlebensraum abgeschwemmt werden.

Eine langjährige Untersuchung der Bestände ist in mehreren Hinsichten sinnvoll. Einerseits bleiben einzelne Amphibienarten an bestimmten Orten lange unentdeckt und werden daher nicht in zukünftige Schutz- und Vernetzungsplanungen einbezogen (Beebee, 1996). Andererseits beeinflussen viele andere Faktoren wie zum Beispiel eine Abweichung von jahrestypischen klimatischen Verhältnissen die Populationsdynamik und müssten berücksichtigt und verglichen werden (Seidel, Pintar, & Gruber, 1996).

Um herauszufinden, ob ein Austausch zwischen den einzelnen Teilpopulationen stattfindet, könnte allenfalls eine genetische Untersuchung an Individuen verschiedener Standorte durchgeführt werden. Dieses Verfahren ist allerdings sehr kostspielig. In dieser Arbeit wird auf die Methode nicht näher eingegangen. Bei der Anwendung auf Amphibien wird deshalb auf die ausführliche Beschreibung in anderen Werken verwiesen (Kenneth Dodd Jr., 2010).

5.4.2 Schutz von Lebensräumen und Förderung Biotopverbund

Eine Wiederherstellung ehemaliger Feuersalamander-Habitate in der Gemeinde Wädenswil gestaltet sich aufgrund der wachsenden Siedlungsgebiete schwierig. Deshalb sollten in erster Linie die vorhandenen Lebensräume geschützt und vernetzt werden. Eine Waldrodung, Intensivierung der Waldbewirtschaftung oder Umnutzung zu Nadelwald sowie das Entfernen von Totholz an den ermittelten Standorten sollte vermieden werden. Ausserdem sind die von Feuersalamander-Larven beheimateten Bachabschnitte in ihrem natürlichen Zustand zu belassen. Auffangbecken und Geschiebesammler können ein Abschwemmen von Feuersalamander-Larven verhindern. Dabei sollte jedoch beachtet werden, dass die Becken nicht direkter Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind und den Tieren nach der Metamorphose ein Ausstieg möglich ist (vgl. 5.2.5.5). Eine Verschmutzung der Bachläufe ist zu verhindern und der Eintrag von Dünger durch die Landwirtschaft auf ein Minimum zu beschränken. In vielen Bächen insbesondere in Siedlungsnähe wurde ziemlich viel Abfall gefunden. Durch Aufklärung der umliegenden Bevölkerung könnte diese sensibilisiert werden, entsprechende Gewässer sauber zu halten und auch keine Pflanzenabfälle oder Rasenschnitt in den Bach zu kippen. Die Begehung von entsprechenden Bachabschnitten ist zu unterlassen. Allenfalls sind einzelne Gebiete unter Schutz zu stellen.

Da wenig über das Wanderverhalten von Feuersalamandern bekannt ist, ist es schwierig, das Gebiet mit Vernetzungselementen gezielt aufzuwerten. Es sollte jedoch sichergestellt werden, dass zwischen den Standorten natürliche Strukturen vorhanden sind. Adulte Feuersalamander sind Waldbewohner. Aus diesem Grund würde die sinnvollste Vernetzung aus Waldkorridoren mit Mischlaubbaumarten bestehen (Kenneth Dodd Jr., 2010).

In vielen urbanen Gebieten ist die Bildung von bewaldeten Korridoren nicht mehr möglich. Deshalb wird empfohlen zwischen den einzelnen Teilpopulationen kleinere Waldinseln, Gestrüpp und Hecken zu pflanzen. In regelmässigen Abständen angeordnet, würde den Amphibien auf ihrer Wanderung ein sicherer Unterschlupf gewährleistet, der sie vor dem Austrocknen schützt (Kenneth Dodd Jr., 2010). Um abwandernden Tieren den Zugang zu umliegenden Habitaten zu erleichtern, wäre allenfalls die Bildung von Tunneln bei stark befahrenen Strassen zu empfehlen.

In Abbildung 12 ist schematisch dargestellt, wie solche Aufwertungsmassnahmen umgesetzt werden könnten. Blau sind die jeweiligen Bachabschnitte eingezeichnet, bei denen Larvenvorkommen verzeichnet werden konnten. Waldgebiete sind grün und unbebaute Landwirtschaftsflächen zwischen den Standorten braun dargestellt. Mittels gemeldeter Feuersalamander-Sichtungen und Literaturabgleich, wurde versucht, ein mögliches Bewegungsgebiet rund um die Teilpopulationen festzulegen. Der Abstand zu den jeweiligen Bachabschnitten wurde auf 247 m festgelegt. Innerhalb dieses Bewegungsgebietes sollen nun geeignete Bereiche auf bereits vorhandene Vernetzungsstrukturen überprüft und mit natürlichen Strukturen ergänzt werden, um den Austausch zwischen den Teilpopulationen zu fördern. Hindernisse, die den Bewegungsraum innerhalb oder zwischen den verschiedenen Standorten erheblich behindern sind mit einer roten Linie dargestellt. Es handelt sich dabei um die Autobahn sowie die stark befahrene Hauptverkehrsstrasse. Die grünen Punkten wiedergeben eine mögliche Vernetzungsstruktur mit Baumgruppen und Hecken. Diese Aufwertungen sollten möglichst entlang der vorhandenen landwirtschaftlichen Flächen zwischen den einzelnen Teilpopulationen vorgenommen werden. Auch in Gebieten, die vollständig von einer Siedlung umschlossen sind, sollen entsprechende Aufwertungsmassnahmen getroffen werden. Als Baumarten sind vor allem Eschen und Buchen geeignet (Meyer, Zumbach, Schmidt, & Monney, 2009). Um die Feuersalamander bei der Wanderung zwischen den Teilpopulationen vor den Strassen zu schützen, wird empfohlen, Abschnitte im Bereich der Vernetzungsmassnahmen mit einem Amphibientunnel und Zäunen auszustatten. Davon dürften auch andere Tierarten profitieren. Entsprechende Standorte sind in Abbildung 12 mit einem grünen Viereck markiert.

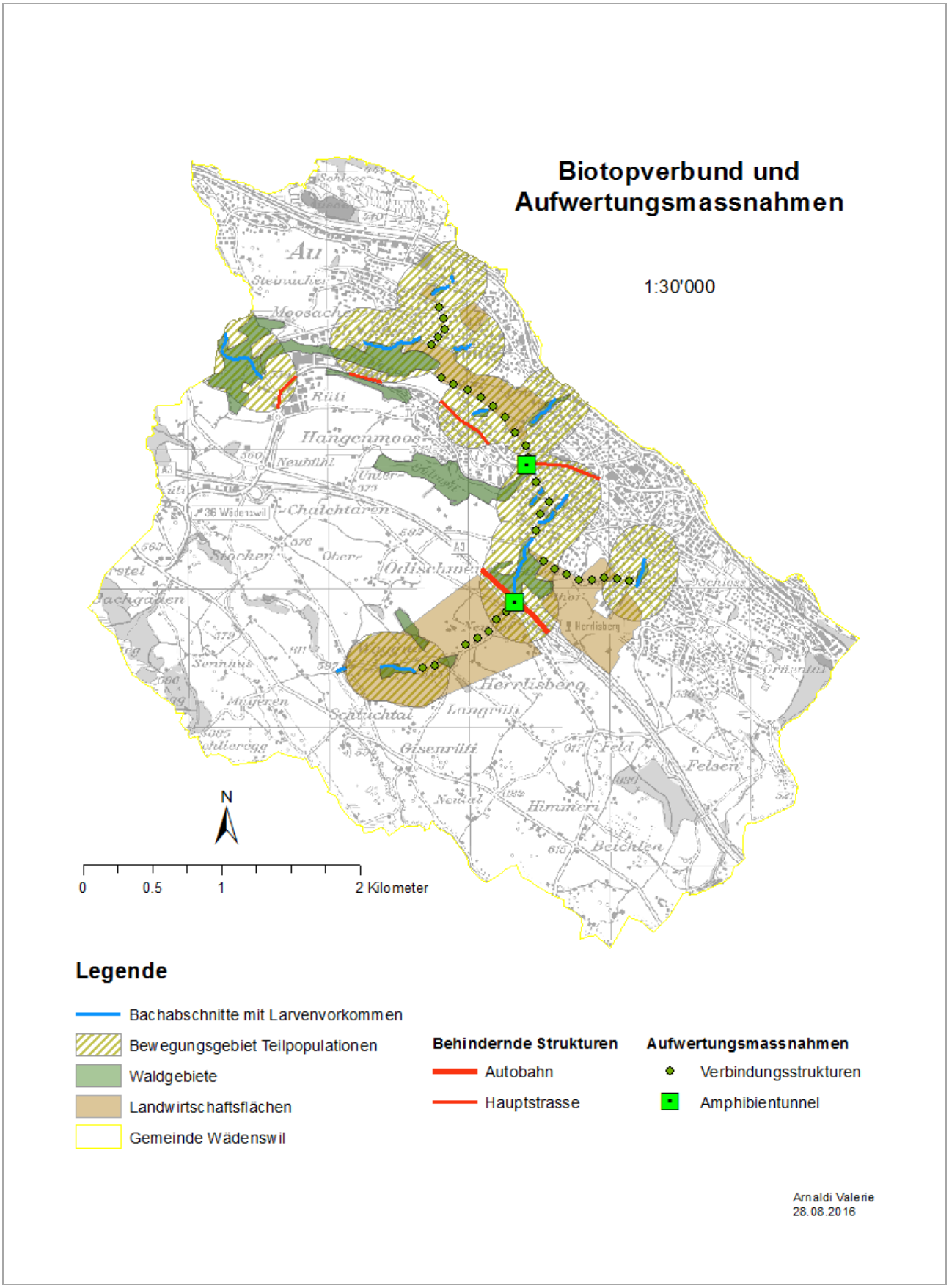


Abbildung 12: Aufwertungsmassnahmen zur Vernetzung der einzelnen Teilpopulationen

Um herauszufinden, welche geeigneten Strukturelemente (Hecken, Gehölze, strukturreiche schattige Gärten, etc.) um und zwischen den verschiedenen Standorten bereits vorhanden sind, müsste eine genaue Bestandes-Aufnahme vor Ort durchgeführt und in einer Karte verzeichnet werden. Gemäss KARCH (2016) werden teilweise auch Gärten mit geeigneten Gewässern und Versteckmöglichkeiten vom Feuersalamander als vorübergehender Lebensraum angenommen. Der Einbezug von bestehenden Karten mit Aufwertungsstrukturen vom Naturschutzverein und LEK Wädenswil sollen als Ergänzung zur Bestandes-Aufnahme vor Ort dienen. Vorhandene Strukturen können anschliessend mit Laubholz ergänzt werden.

Zum vollständigen Vernetzungsverständnis sollten auch umliegende Gemeinden auf Larvenvorkommen des Feuersalamanders überprüft werden. Möglicherweise sind Teilpopulationen, die innerhalb der Gemeinde Wädenswil als abgetrennt erscheinen durch umliegende Gebiete erschlossen. Dies betrifft in der vorliegenden Arbeit vor allem die Teilpopulation am Waggitalbach, die durch die Autobahn von den übrigen Standorten abgeschnitten ist. Die Bäche im Gebiet Schloss Wädenswil sollten bei weiteren Kartierungen miteinbezogen werden, da es sich im genannten Bereich um eine weitere Teilpopulation halten könnte.

Bei der Erstellung von Amphibientunneln müssten vorab sorgfältige Abklärungen getroffen werden, da die Proportionen solcher Unterführungen stark von den Bedürfnissen der einzelnen Amphibienart abhängen (Kenneth Dodd Jr., 2010). Ferner ist darauf hinzuweisen, dass insbesondere im Bereich der Autobahn eine solche Massnahme kaum umsetzbar ist. Senklöcher rund um Standorte mit Feuersalamander-Vorkommen und entlang der neuen Vernetzungsstrukturen sollten mit Ausstiegshilfen ausgestattet werden (vgl. Kapitel 5.2.5.1). Allenfalls könnte eine Umsetzung solcher Massnahmen in der gesamten Gemeine mit Einbezug von Wanderrouten und Lebensräumen anderer Amphibienarten in Betracht gezogen werden.

Zur Feststellung, welche bereits vorhandenen Strukturelemente vom Feuersalamander zur Wanderung angenommen werden und wo die Wanderrouten durchführen, könnte auch das Vorgehen der Radiotelemetrie angewandt werden (Kenneth Dodd Jr., 2010). Feuersalamander werden im Gegensatz zu anderen Amphibienarten ziemlich alt. Eine mehrjährige Untersuchung über das Wanderverhalten einzelner Individuen würde deshalb Sinn machen. Auch dieses Verfahren ist kostspielig und aufwändig, könnte jedoch für das bessere Verständnis des Rückganges der Amphibienart sowie für schweizweite bzw. europaweite Vernetzungsmassnahmen sehr hilfreich sein.

6 Literaturverzeichnis

Akademischer Verlag, Heidelberg (1999): Lexikon der Biologie. Abiotische Faktoren.
URL: http://www.spektrum.de/lexikon/biologie/abiotische-faktoren/156 [25.08.2016]

ALN Amt für Landschaft und Natur (2009): Fischereirevier-Verzeichnis des Kantons Zürich. Pachtperiode 2010-2018
URL: http://www.aln.zh.ch/internet/baudirektion/aln/de/fjv/fischerei/informationen/_jcr_content/contentPar/publication_0/publicationitems/fischereirevierverze/download.spooler.download.1391093072942.pdf/Revierverzeichnis_A%2B_B_Reviere.pdf [14.07.2016]

Bar-David, S., Segev, O., Peleg, N., Hill, N., & Templeton, A. R. (2007): Long-Distance Movements by Fire Salamanders *(Salamandra infraimmaculata)* and Implications for Habitat Fragmentation. In: Israel Journal of Ecology & Evolution, 53. 143-159.

Baumgartner, N., Waringer, A., & Waringer, J. (1999): Hydraulic microdistribution patterns of larval fire salamanders *(Salamandra salamandra salamandra)* in the Weidlingbach near Vienna, Austria. In: Freshwater Biology, 41. 31-41.

Beebee, T. J. (1996): Ecology and Conservation of Amphibians. London: Chapman & Hall.

Beinlich, B. (2009): Der Edelkrebs *(Astacus astacus)* im Kreis Höxter. In: Beiträge zur Naturkunde zwischen Egge und Weser, 21. 53-58.

Bertiller, R. (2003): Geschiebesammler an kleineren Fliessgewässern im Mittelland und Jura. Problematik und Möglichkeiten der ökologischen Aufwertung. In: Geomatik Schweiz. Geoinformation und Landmanagement. 55-58.

BirdLife Naturschutz Wädenswil (2016): Aktuelle Projekte.
URL: http://www.naturwaedi.ch/Projekte.html [15.08.2016]

Brogli, S. (2011). Die Auswirkungen der Urbanisierung auf den Feuersalamander *(Salamandra salamandra)* im Gebiet Pfannensteiel (Kanton Zürich). Wädenswil: Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften Departement Life Sciences und Facility Management Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen.

Centre Suisse de Cartographie de la Faune (CSCF - Info Fauna) (E-Mail 04.05.2016).

Centre Suisse de Cartographie de la Faune (2016): Verbreitungskarten Tierarten. Salamandra salamandra.
URL: http://lepus.unine.ch/carto/index.php?nuesp=70101&rivieres=on&lacs=on&hillsh=on&data=on&year=2000 [23.08.2016]

Denoël, M. (1996): Phénologie et domaine vital de la salamandre terrestre *Salamandra salamandra terrestris* (Amphibia, Caudata) dans und bois du Pays de Herve (Belgique). Dans: Cahiers d'Ehologie ,16(3). 291-306.

Ficetola, G. F., Marziali, L., Rossaro, B., De Bernardi, F., & Padoa-Schioppa, E. (2011): Landscape-stream interactions and habitat conservation for amphibians. In: Ecological Applications, 2(4). 1272-1282.

Filli, A., Eidg. dipl Fischereiaufseher (E-Mail 03.08.2016).

Freytag, G. E. (1955): Feuersalamander und Alpensalamander. Gräfenhainichen: A. Ziemsen Verlag.

Fritz, K., & Küster, M. (2002): Amphibien und Reptilien im Hotzenwald. In: Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz e.V. Freiburg i. Br. NF_18_1. 107-130.

Glandt, D. (2008): Heimische Amphibien. Bestimmen - Beobachten - Schützen. Wiebelsheim: AULA.

Graf, R. F. (2015): Habitat and spacing in wild animal species. Wädenswil: Research Unit Wildlife Management WILMA.

Institut für Umweltverfahrenstechnik - Universität Bremen (2016): Das Internetportal für Wasser und Abwasser. Sauerstoffgehalt (im Wasser):
URL: http://www.wasser-wissen.de/abwasserlexikon/s/sauerstoffgehalt_im_wasser.htm [08.08.2016]

Joly, J. (1968): Données écologiques sur la salamandre tachetée, *Salamandra salamandra*. Dans: Ann. Sci. Nat. Zool., 12. 301-366.

Kanton Zürich (2016): GIS-Browser. Landeskarten, Übersichtsplan.
URL: maps.zh.ch [12.07.2016]

KARCH (2016): Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz. Aufruf zur Mitarbeit Feuersalamander
URL: http://www.karch.ch/karch/page-44771_de.html [02.07.2016]

KARCH (2016): Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz. Feuersalamander.
URL: http://www2.unine.ch/cms/site/karch/op/edit/lang/de/pid/30062 [06.07.2016]

Keller, S. (tel. 15.08.2016).

Kenneth Dodd C. Jr. (2010): Amphibian Ecology and Conservation. Oxford: Oxford University Press.

Lenntech BV (2016): Elektrische Leitfähigkeit des Wassers. Definition und Beschreibung. URL: http://www.lenntech.de/anwendungen/reinstwasser/leitfaehigkeitsmessung/leitfahigkeit.htm [04.08.2016]

Lesser, M. P., Turtle, S. L., Farrell, J. H., & Walker, C. W. (2001): Exposure to Ultraviolet Radiation (290-400 nm) Causes Oxidative Stress, DNA Damage, and Expression of p53/p73 in Laboratory Experiments on Embryos of the Spotted Salamander, *Ambystoma maculatum*. In: Physiological and Biochemical Zoology: Ecological and Evolutionary Approaches, 74. 733-741.

Limongi, L., Ficetola, G. F., Romeo, G., & Manenti, R. (2015): Environmental factors determining growth of salamander larvae: A field study. In: Current Zoology, 61(3). 421-427.

Manenti, R., Ficetola, G. F., & De Bernardi, F. (2009): Water, stream morphology and landscape: complex habitat determiannts for the fire salamander *Salamandra salamandra*. In: Amphibia-Reptilia, 30. 7-15.

Marsh, D. M., Thakur, K. A., Bulka, K. C., & Clarke, L. B. (2004): Dispersal and colonization through open fields by a terrestrial, woodland salamander. In: Ecology, 85. 3396-3405.

Meikl, M. (2014): Auf den Spuren von Bergnarr und Regenmandl. Alpen- und Feuersalamander als Indikatoren intakter Natur. In: Anliegen Natur; Zeitschrift für Naturschutz und angewandte Landschaftsökologie. S. 75-81.

Meyer, A., Zumbach, S., Schmidt, B., & Monney, J.-C. (2009): Auf Schlangenspuren und Krötenpfaden. Bern: Haupt.

Orser, P. N., & Shure, D. J. (1972): Effects of urbanization on the salamander *Desmognathus fuscus fuscus.* In: Ecology, 53. 1148-1154.

Planen und Bauen, AquaTerra, ZHAW (2012): Publikationen. Landschaftsentwicklungskonzept: https://secure.i-web.ch/gemweb/waedenswil/de/onlinedienste/publikationen/?action=info&pubid=82680 [17.08.2016]

Rittenhouse, T. A., & Semlitsch, R. D. (2006). Grasslands as movement barriers for a forest-associated salamander. Migration behavior of adult and juvenile salamanders at a distinct habitat edge. In: Biological Conservation, 131. 14-22.

Schauer, J., Meikl, M., Gimeno, A., & Schwarzenbacher, R. (2012): Larval monitoring of fire salamanders within a Sparkling Science Project. In: eco.mont, 4. 41-44.

Schmidt, B. R., Gschwend, G., Bachmann, J. A., & Dermond, P. (2015): Use of removal sampling to estimate abundance of larval salamanders *(Salamandra salamandra)* in streams. In: Amphibia-Reptilia, 31(1). 87-92.

Schmidt, B. R., Schaub, M., & Steinfartz, S. (2007): Apparent survival of the salamander *Salamandra salamandra* is low because of high migratory activity. In: Frontiers in Zoology. 4-19.

Schmidt, B., & Tobler, U. (2013): Die Chytridiomykose: Eine gefährliche Pilzerkrankung der Amphibien.
URL: http://www.karch.ch/files/content/sites/karch/files/Doc%20%C3%A0%20t%C3%A9l%C3%A9charger/chytridiomycose/Die%20Chytridiomykose_22.01.2013.pdf [20.04.2016]

Schmidt, B., & Zumbach, S. (2016): Anleitung zur Erfassung der Larven des Feuersalamanders. URL: https://www2.unine.ch/files/content/sites/karch/files/Doc%20%C3%A0%20t%C3%A9l%C3%A9charger/SASA%20Monitoring/Anleitung%20Feuersalamander%20Erhebung%202016%20d.pdf [24.03.2016]

Schulte, U., Küsters, D., & Steinfartz, S. (2007): A PIT tag based analysis of annual movement patterns of adult fire salamanders *(Salamandra salamandra)* in a Middle European habitat. In: Amphibia-Reptilia, 28(4). 531-536.

Seidel, B., Pintar, M., & Gruber, E. (1996): Anforderungen an angewandte Amphibienuntersuchungen. Wien: Amt der Niederösterreichischen Landesregierung.

Senn, J., & Kuehn, R. (2014): Habitatfragmentierung, kleine Populationen und das Überleben von Wildtieren. Populationsbiologische Überlegungen und genetische Hintergründe untersucht am Beispiel des Rehes. Bern: Haupt.

Sigmund, D. G. (2015): Untersuchungen zur Diversität larvaler Trichoptera-Artengemeinschaften im Speyerbach bei Neustadt (Pfalz). Hamburg: Bachelor + Master Publishing.

Smith, R. K., & Sutherland, W. J. (2014): Amphibian Conservation. Global evidence for the effects of interventions. Exeter: Pelagic Publishing.

Stresemann, E., Senglaub, K., Hannemann, H.-J., & Klausnitzer, B. (2011): Exkursionsfauna von Deutschland. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

Thiesmeier, B., & Schuhmacher, H. (1990): Causes of larval drift of the fire salamander, *Salamandra salamandra terrestris*, and its effects on population dynamics. In: Oecologia, 82(2). 259-263.

Thiesmeier-Hornberg, B. (1988): Zur Ökologie und Populationsdynamik des Feuersalamanders *(Salamandra salamandra terrestris Lacépède, 1788)* im Niederbergischen Land unter besonderer Berücksichtigung der Larvalphase. Essen: Universität-Gesamthochschule Essen.

Udo (2006): Die Seeforelle.
URL: http://www.fischerforum.ch/phpBB3/viewtopic.php?p=5623#p5623 [02.09.2016]

Vincenz, B. (2005): Road Effects on a Fire Salamander Population *(Salamandra salamandra terrestris).*
URL: www.karch.ch/vincenz2005diplomarbeit_feuersalamander.pdf [02.09.2016]

Vögeli, M. (E-Mail 22.04.2016).

welltec (2016): Leitfähigkeit des Wassers. Was der Stromfluss über die Qualität aussagt.
URL: http://www.welltec-wasser.de/ratgeber/wasserspender-tipps-wissenswertes/leitfaehigkeit-des-wassers.html [04.08.2016]

Werner, P., Schulte, U., & Kwet, A. (2015): Lurch des Jahres 2016. Der Feuersalamander.
URL: http://www.dght.de/index.php?option=com_content&view=article&id=746&Itemid=296 [02.07.2016]

White, G. C., Anderson, D. R., Burnham, K. P., & Otis, D. L. (1982): Capture-Recapture and Removal Methods for Sampling Closed Populations. Los Alamos, USA: Alamos National Laboratory.

Bilderverzeichnis

Abbildung 1: Darstellung Untersuchungsgebiet in Kombination mit dem schweizweiten Verbreitungsgebiet von Salamandra salamandra 10
Abbildung 2: Arbeitsgebiet in der Gemeinde Wädenswil mit untersuchten Bachabschnitten und angrenzendem Wald 15
Abbildung 3: Einteilung Tiefenhofbach 16
Abbildung 4: Übersicht über das Vorkommen von Feuersalamandern in der Gemeinde Wädenswil 22
Abbildung 5: Überblick über die Anzahl gezählter Larven pro Begehung und Abschnitt 23
Abbildung 6: Gemeldete Sichtungen von adulten Feuersalamandern 25
Abbildung 7: Faktoren, die das Larvenvorkommen signifikant beeinflussen 27
Abbildung 8: Larvennachweise in Kombination mit Fisch- und Krebsvorkommen 30
Abbildung 9: Fotodokumentation und Vergleich von subadulten Feuersalamandern 31
Abbildung 10: Überlaufbecken Zopfbach 33
Abbildung 11: Biotopverbund von Bachsystemen und umliegender Landfläche 35
Abbildung 12: Aufwertungsmassnahmen zur Vernetzung der einzelnen Teilpopulationen 51

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Eigenschaften der untersuchten Bachabschnitte 16
Tabelle 2: Übersicht Anzahl gezählter Larven pro Begehung und Bachabschnitt 24
Tabelle 3: Ergebnisse der chemisch-physikalischen Untersuchungen 26

Anhang 1 Aufgabenstellung

Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften

zh
aw

Life Sciences und Facility Management

Institut für
Umwelt und
Natürliche Ressourcen

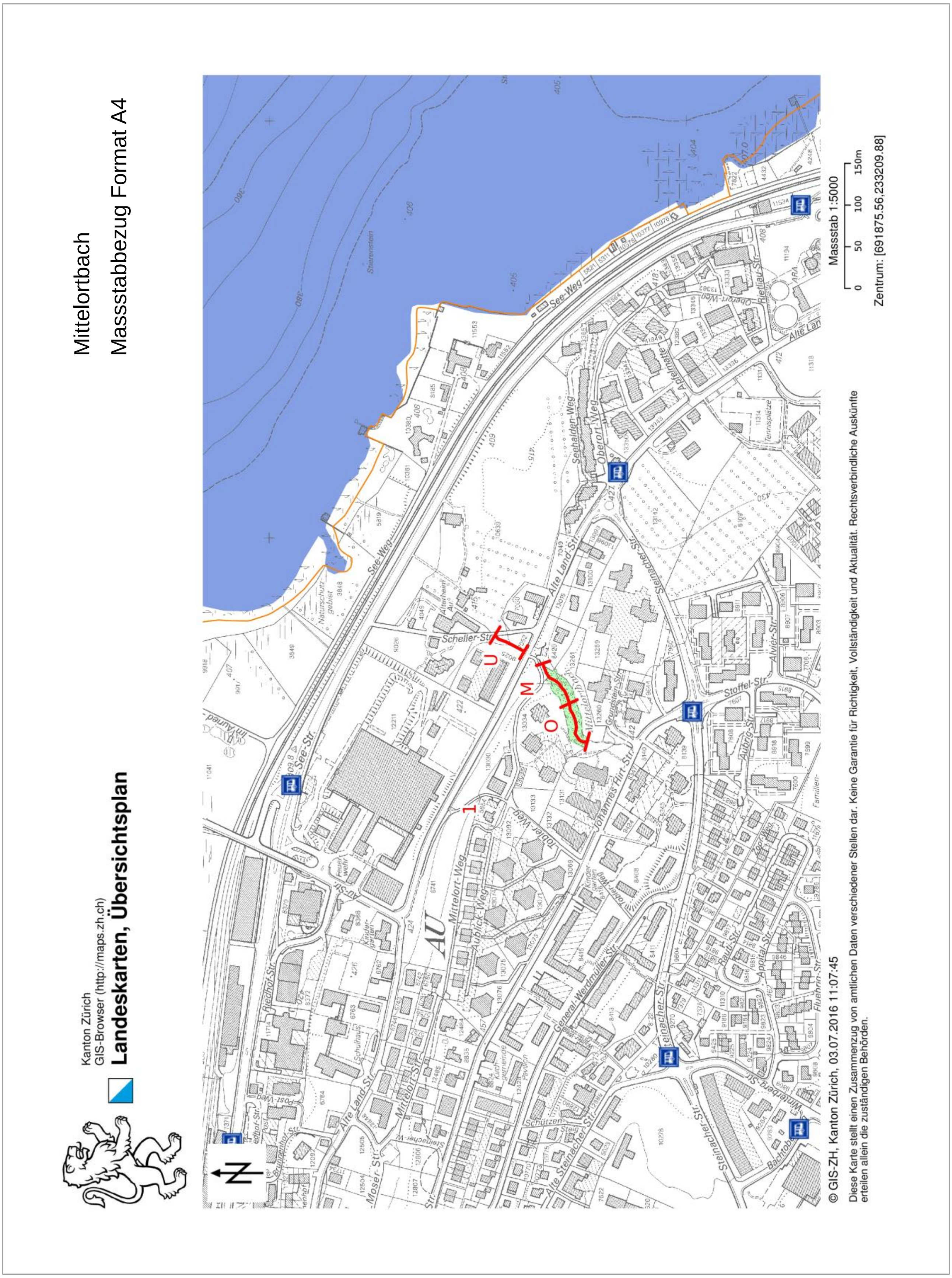
Bachelor-Arbeit		
Studienjahrgang		UI2013
Titel		**Feuersalamander-Vorkommen in Wädenswil und südlichem Zürichseeufer**
Vertraulich		**ja** X **nein**
Fachgebiet		Stadtökologie
Namen	StudentIn	Valerie Arnaldi
	1. KorrektorIn	Stephan Brenneisen
	2. KorrektorIn	Alexander Szallies
	3. KorrektorIn	
Aufgabenstellung • **Ausgangslage** • **Zielsetzungen** • **Zusätzliche Auftrags-modalitäten**		Der Feuersalamander ist auf der Roten Liste als „verletzlich" eingestuft, er verzeichnet in der Schweiz und europaweit einen starken Rückgang. Grund dafür sind die Vernichtung von Lebensräumen und die fehlende Vernetzung. Er wurde deshalb zum Lurch des Jahres 2016 ernannt. Die Bäche und Feuchtgebiete in Wädenswil und Umgebung sind ein potenziell geeigneter Lebensraum für Feuersalamander. Deshalb soll das Vorkommen dieser Amphibienart in ausgewählten Gebieten erfasst werden. Da sich adulte Tiere häufig nachts bewegen und schwierig zu orten sind, beschränkt sich die Erfassung ausschliesslich aufs Larvenstadium. Im Umfang der Bachelorarbeit werden auch Problembereiche analysiert und Aufwertungsoptionen von Habitat und Vernetzung vorgeschlagen. Die Ergebnisse der Arbeit sollen nach Möglichkeit in das Landschaftsentwicklungskonzept LEK Wädenswil einbezogen werden.
Formale Anforderungen		*Die Weisungen zur Arbeit müssen gelesen und erfüllt werden.* http://www.lsfm.zhaw.ch/science/studium/info/bachelor-studium/wichtige-dokumente.html
Zeitplan		*Bis 15. April 2016 – Kontaktaufnahme mit Janine Bossi* *15. April 2016 – 30. April 2016 Literaturrecherche und Vorbereitung auf Feldarbeit* *1. Mai 2016 – 30. Juni 2016 Feldarbeit / Erfassen der Bestände* *1. Juli 2016 – 15. August 2016 Auswertungen* *15. August 2016 – 8. September 2016 abschliessen der Arbeiten*

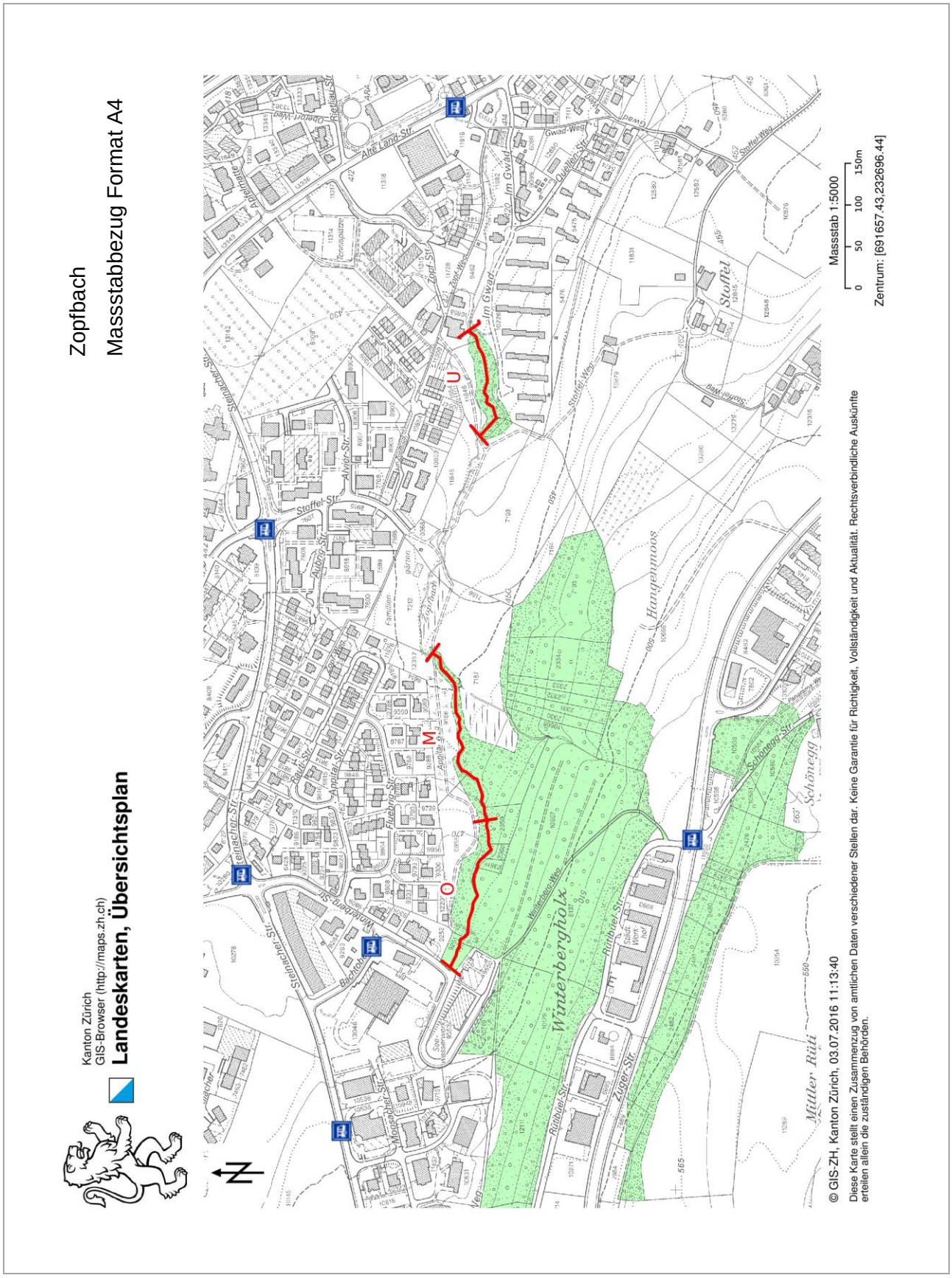
Bemerkungen	Je nach Zeitpunkt des Frühlingseinzuges muss der Zeitraum der Feldtätigkeit angepasst werden
Arbeitsort	Wädenswil

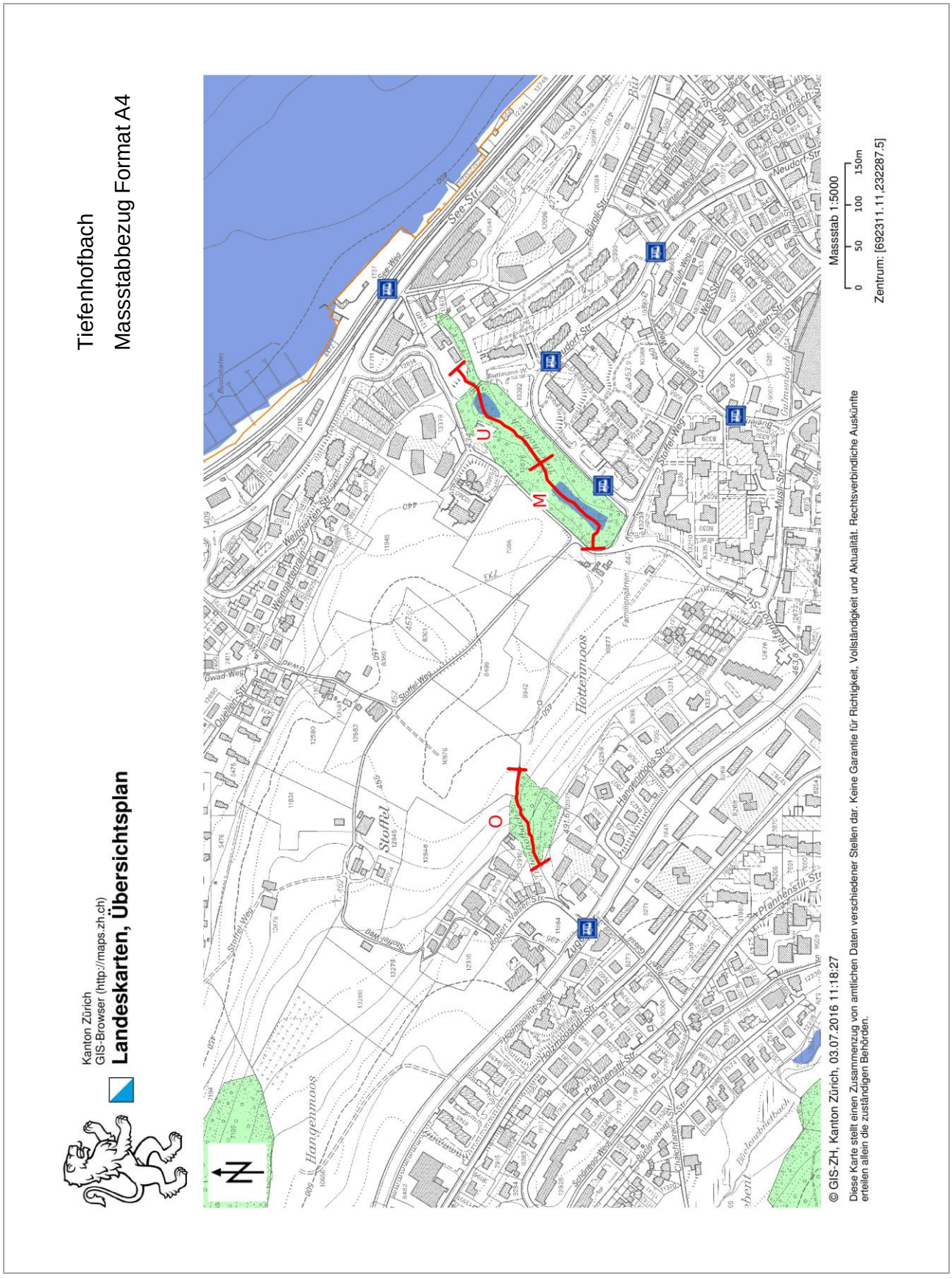
Plagiate verstossen gegen die Urheberrechte, eine Verletzung dieser Rechte wird gemäss der Studien- und Prüfungsordnung für die Bachelorstudiengänge der Hochschule Wädenswil vom 01.09.2006 in § 38, 39 geregelt. Diese Studien- und Prüfungsordnung gilt für alle Bachelorstudienjahrgänge bis und mit Studienstart 2009.

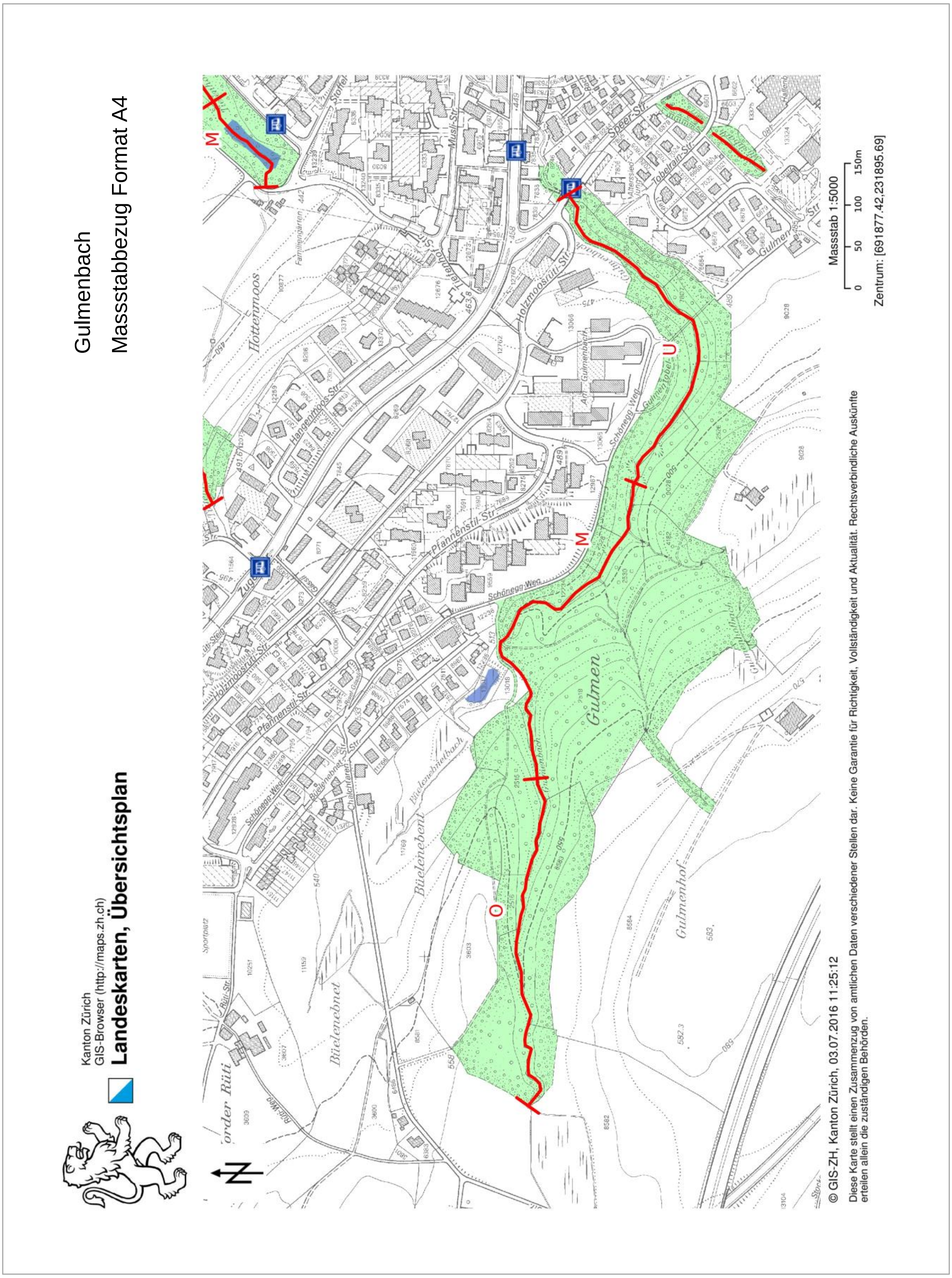
Für Bachelorstudienjahrgänge mit Studienbeginn ab 2010 und die Masterstudiengänge mit Studienbeginn ab 2009 gilt § 39 der Rahmenprüfungsordnung für Bachelor- und Masterstudiengänge an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften vom 29.01.2008.

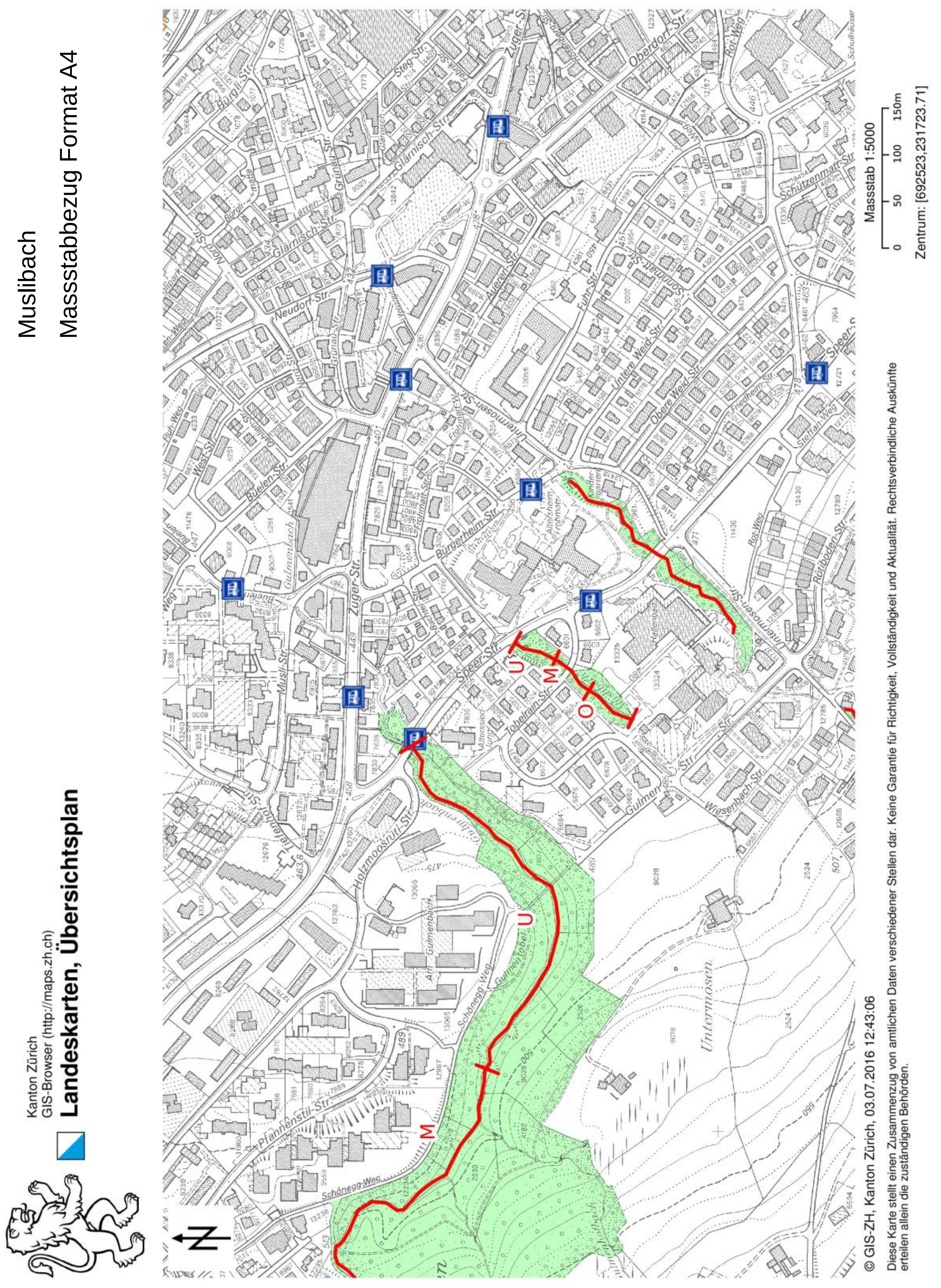
Anhang 2 Unterteilung Bäche

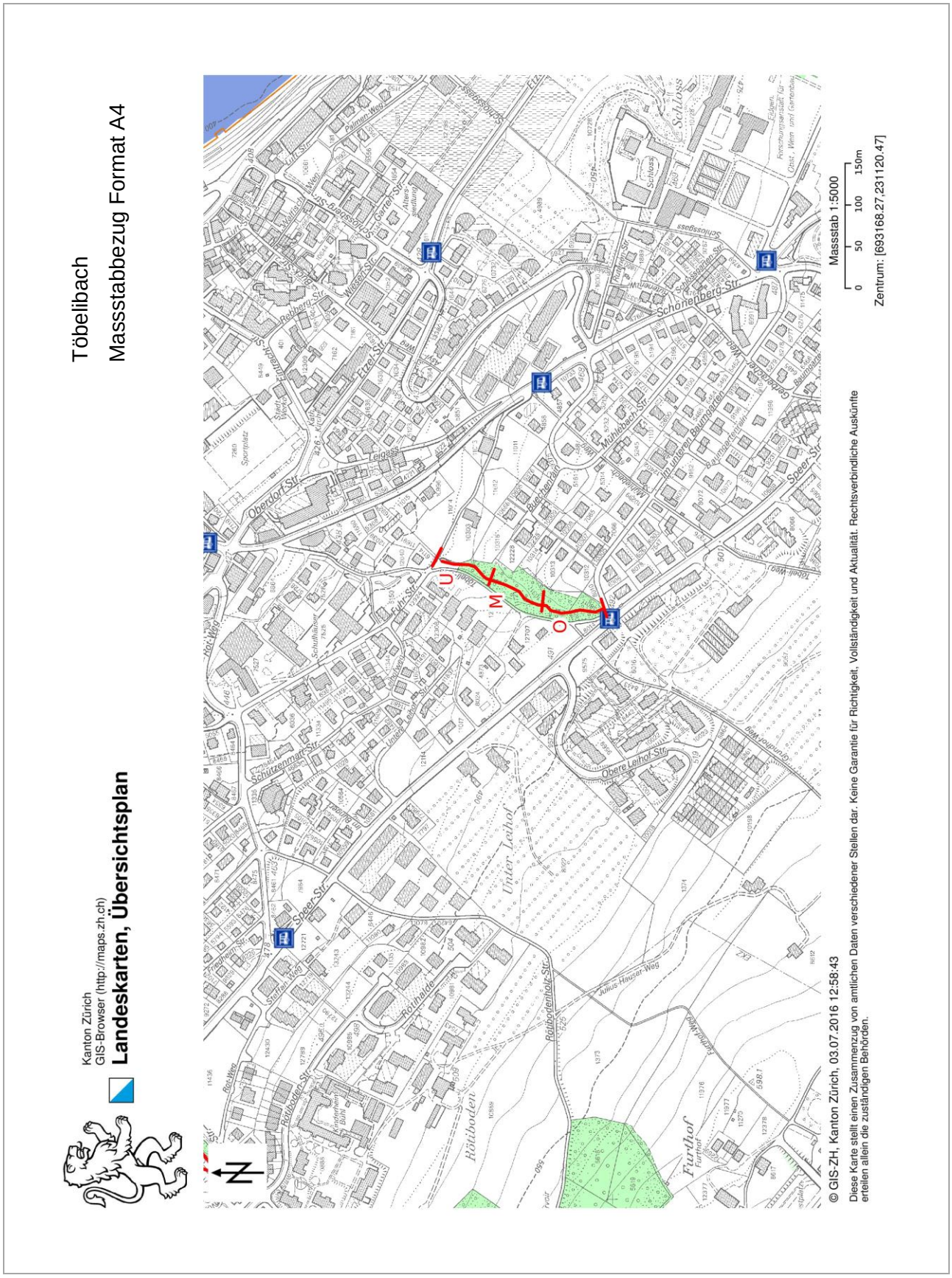



Zopfbach
Massstabbezug Format A4
Kanton Zürich
GIS-Browser (http://maps.zh.ch)
Landeskarten, Übersichtsplan
U
M
O
Massstab 1:5000
0 50 100 150m
Zentrum: [691657.43,232696.44]
© GIS-ZH, Kanton Zürich, 03.07.2016 11:13:40
Diese Karte stellt einen Zusammenzug von amtlichen Daten verschiedener Stellen dar. Keine Garantie für Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität. Rechtsverbindliche Auskünfte erteilen allein die zuständigen Behörden.


Tiefenhofbach
Massstabbezug Format A4
Kanton Zürich
GIS-Browser (http://maps.zh.ch)
Landeskarten, Übersichtsplan
U
M
O
Stoffel
Hangenmoos
Hottenmoos
Massstab 1:5000
0 50 100 150m
Zentrum: [692311.11,232287.5]
© GIS-ZH, Kanton Zürich, 03.07.2016 11:18:27
Diese Karte stellt einen Zusammenzug von amtlichen Daten verschiedener Stellen dar. Keine Garantie für Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität. Rechtsverbindliche Auskünfte erteilen allein die zuständigen Behörden.


Gulmenbach
Massstabbezug Format A4
Kanton Zürich
GIS-Browser (http://maps.zh.ch)
Landeskarten, Übersichtsplan
M
U
M
O
Gulmen
Massstab 1:5000
0 50 100 150m
Zentrum: [691877.42,231895.69]
© GIS-ZH, Kanton Zürich, 03.07.2016 11:25:12
Diese Karte stellt einen Zusammenzug von amtlichen Daten verschiedener Stellen dar. Keine Garantie für Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität. Rechtsverbindliche Auskünfte erteilen allein die zuständigen Behörden.

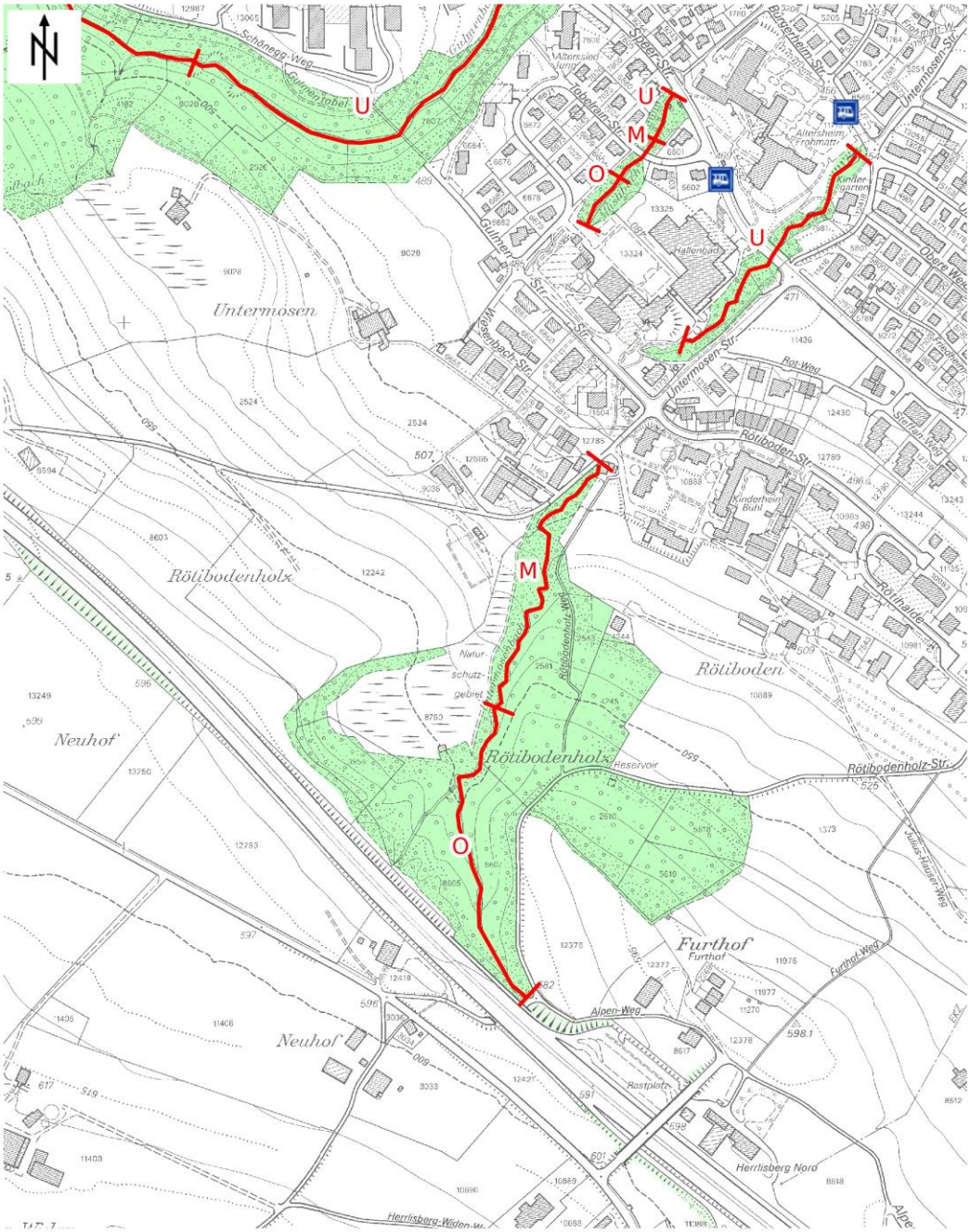

Muslibach
Massstabbezug Format A4
Kanton Zürich
GIS-Browser (http://maps.zh.ch)
Landeskarten, Übersichtsplan
Massstab 1:5000
0 50 100 150m
Zentrum: [692523,231723.71]
© GIS-ZH, Kanton Zürich, 03.07.2016 12:43:06
Diese Karte stellt einen Zusammenzug von amtlichen Daten verschiedener Stellen dar. Keine Garantie für Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität. Rechtsverbindliche Auskünfte erteilen allein die zuständigen Behörden.
U
M
O
U
M


Töbelibach
Massstabbezug Format A4
Kanton Zürich
GIS-Browser (http://maps.zh.ch)
Landeskarten, Übersichtsplan
U
M
O
Massstab 1:5000
0 50 100 150m
Zentrum: [693168.27,231120.47]
© GIS-ZH, Kanton Zürich, 03.07.2016 12:58:43
Diese Karte stellt einen Zusammenzug von amtlichen Daten verschiedener Stellen dar. Keine Garantie für Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität. Rechtsverbindliche Auskünfte erteilen allein die zuständigen Behörden.

Kanton Zürich
GIS-Browser (http://maps.zh.ch)
Landeskarten, Übersichtsplan

Untermosenbach

Massstabbezug Format A4



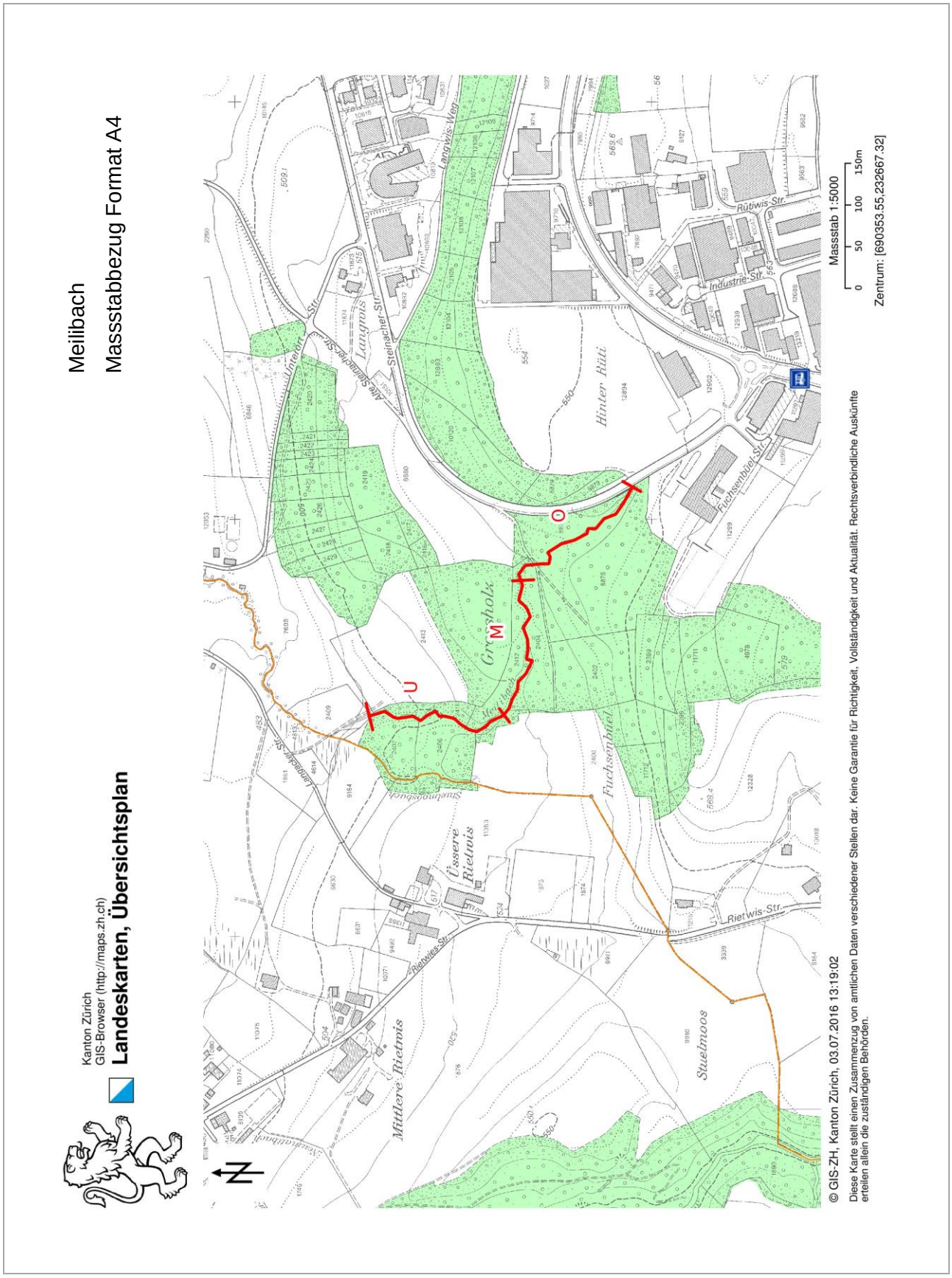
© GIS-ZH, Kanton Zürich, 03.07.2016 12:51:18

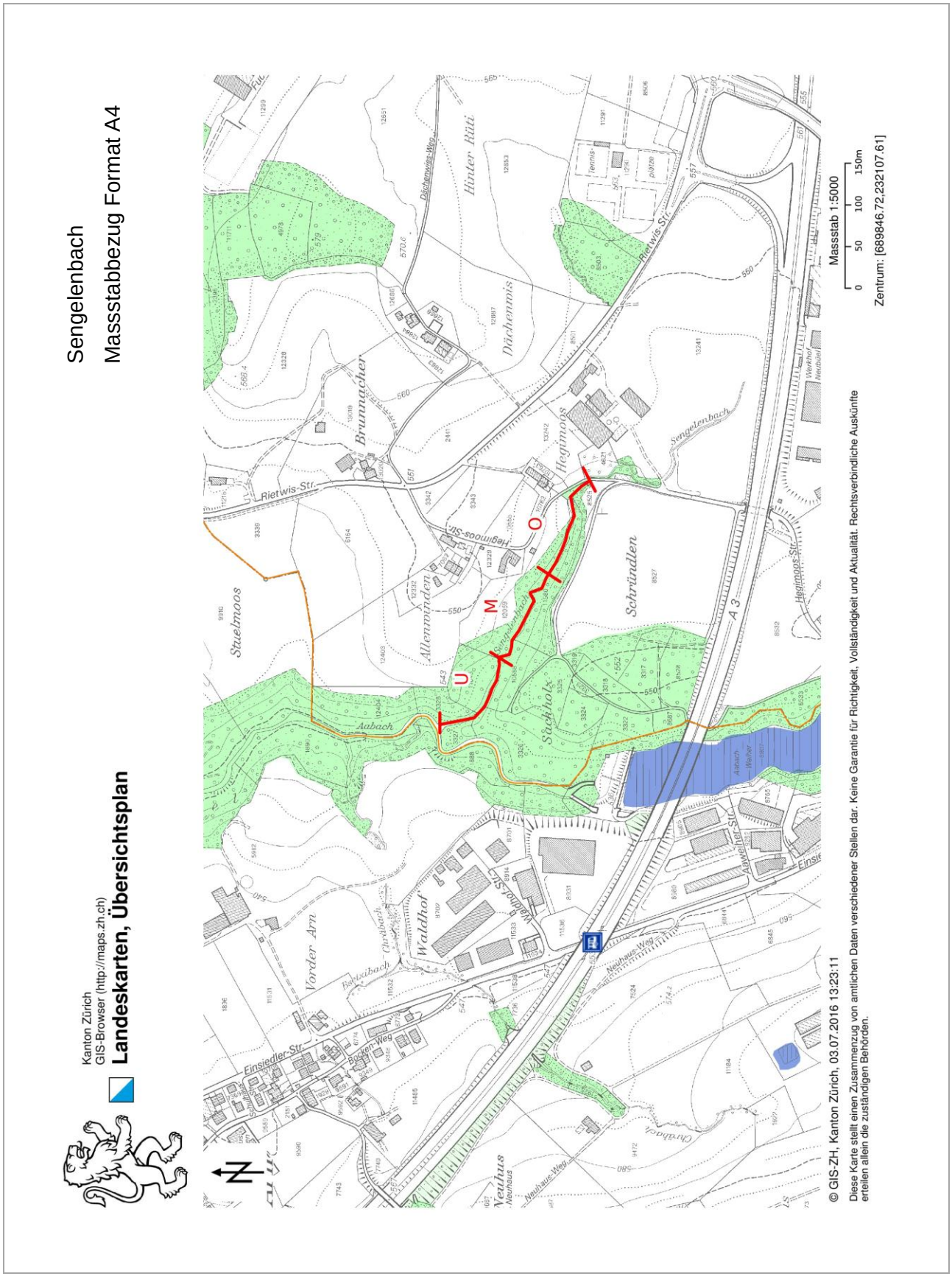
Diese Karte stellt einen Zusammenzug von amtlichen Daten verschiedener Stellen dar. Keine Garantie für Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität. Rechtsverbindliche Auskünfte erteilen allein die zuständigen Behörden.

Massstab 1:5000

0 50 100 150m

Zentrum: [692344.56,231220.85]

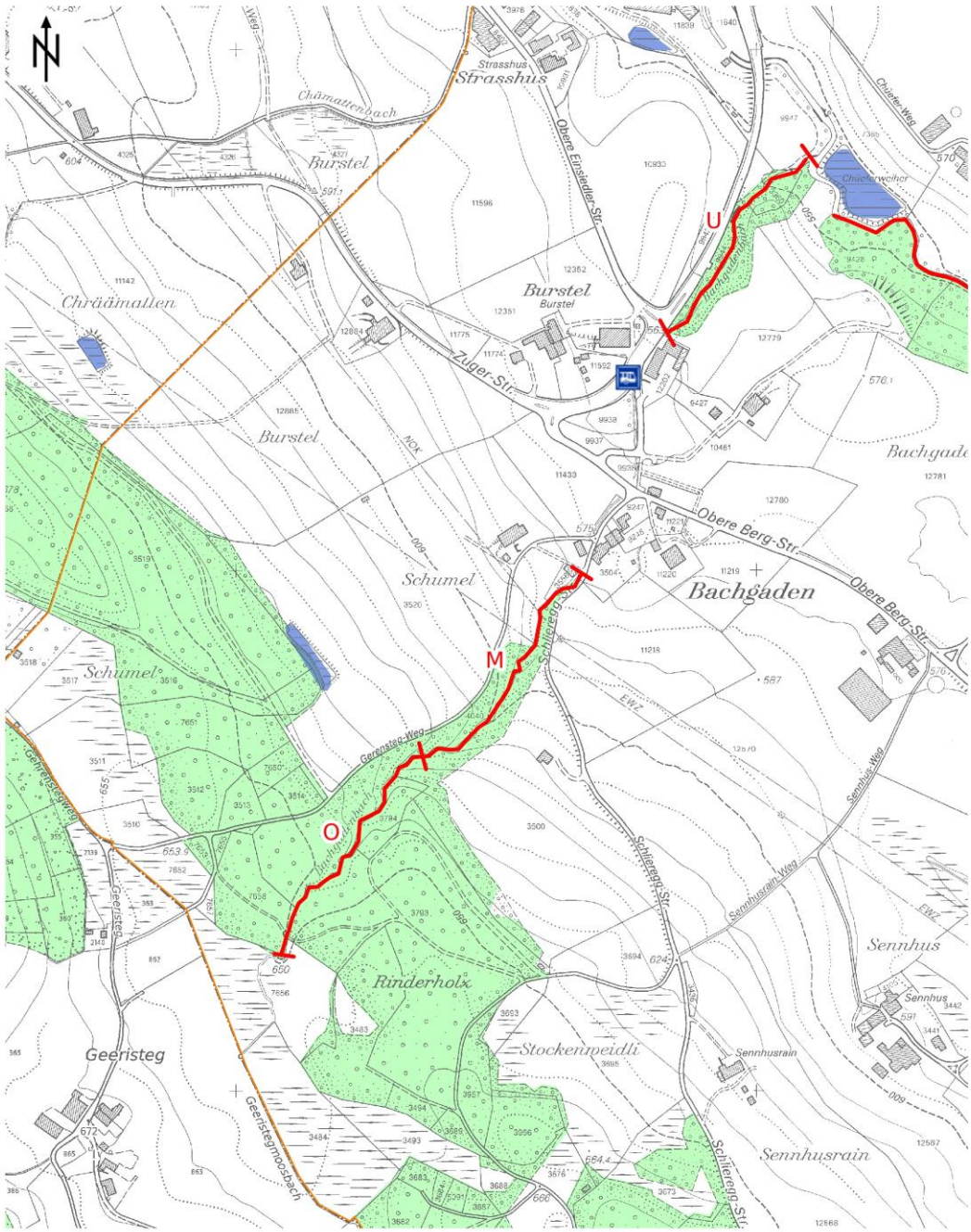

Meilibach
Massstabbezug Format A4
Kanton Zürich
GIS-Browser (http://maps.zh.ch)
Landeskarten, Übersichtsplan
Massstab 1:5000
0 50 100 150m
Zentrum: [690353.55,232667.32]
© GIS-ZH, Kanton Zürich, 03.07.2016 13:19:02
Diese Karte stellt einen Zusammenzug von amtlichen Daten verschiedener Stellen dar. Keine Garantie für Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität. Rechtsverbindliche Auskünfte erteilen allein die zuständigen Behörden.
Hinter Rüti
Fuchsenbüel
Stuelmoos
Mittlere Rietwis
Ussere Rietwis
Langwis
Rietwis-Str.
Industrie-Str.
Fuchsenbüel-Str.
Steinacher-Str.
Langwis-Weg
U
M
O


Sengelenbach
Massstabbezug Format A4
Kanton Zürich
GIS-Browser (http://maps.zh.ch)
Landeskarten, Übersichtsplan
U
M
O
Massstab 1:5000
0 50 100 150m
Zentrum: [689846.72,232107.61]
© GIS-ZH, Kanton Zürich, 03.07.2016 13:23:11
Diese Karte stellt einen Zusammenzug von amtlichen Daten verschiedener Stellen dar. Keine Garantie für Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität. Rechtsverbindliche Auskünfte erteilen allein die zuständigen Behörden.

Kanton Zürich
GIS-Browser (http://maps.zh.ch)
Landeskarten, Übersichtsplan

Bachgadenbach

Massstabbezug Format A4



© GIS-ZH, Kanton Zürich, 03.07.2016 13:03:51

Diese Karte stellt einen Zusammenzug von amtlichen Daten verschiedener Stellen dar. Keine Garantie für Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität. Rechtsverbindliche Auskünfte erteilen allein die zuständigen Behörden.

Massstab 1:5043

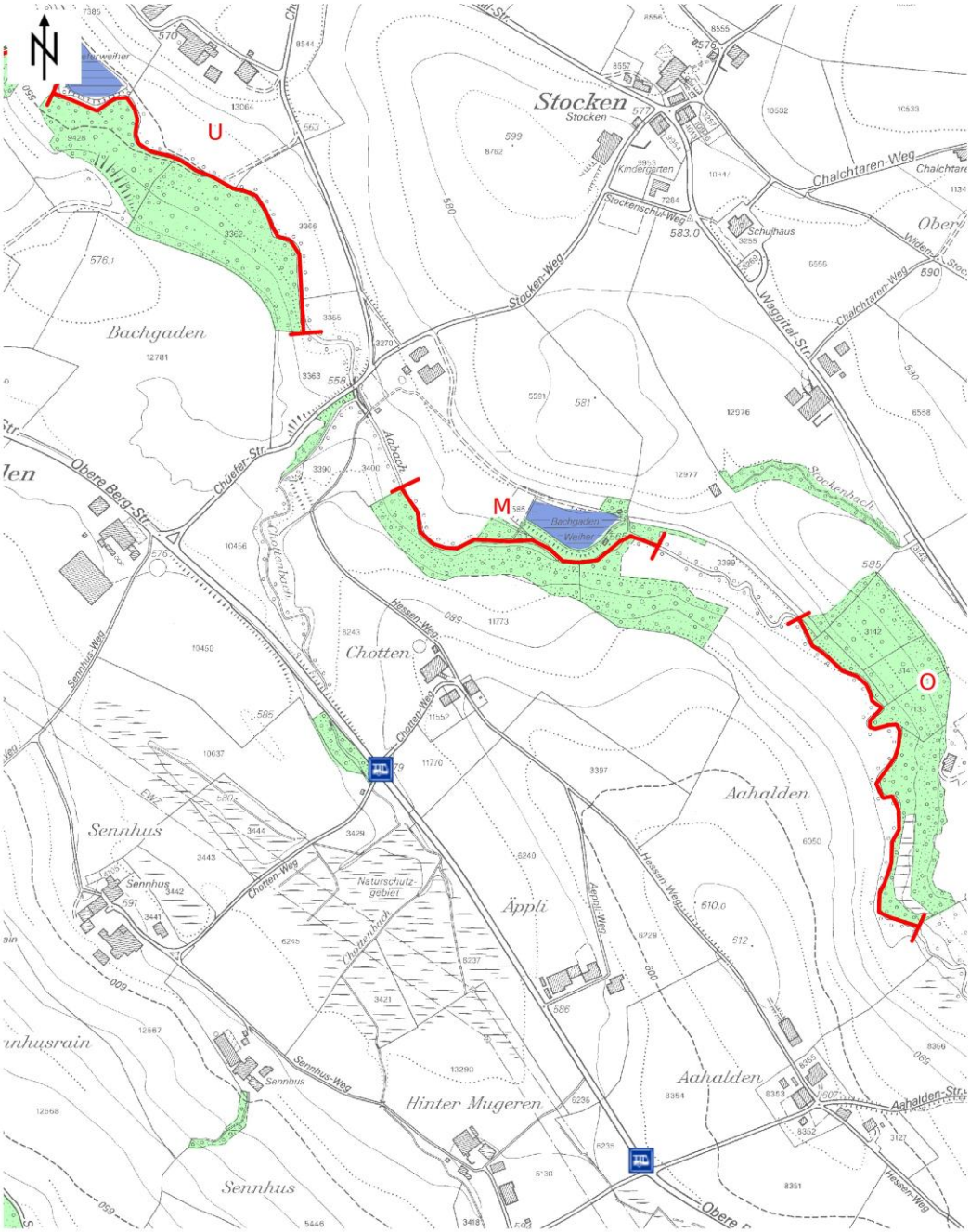
0 50 100 150m

Zentrum: [689740.75,230954.95]

Kanton Zürich
GIS-Browser (http://maps.zh.ch)
Landeskarten, Übersichtsplan

Aabach

Massstabbezug Format A4

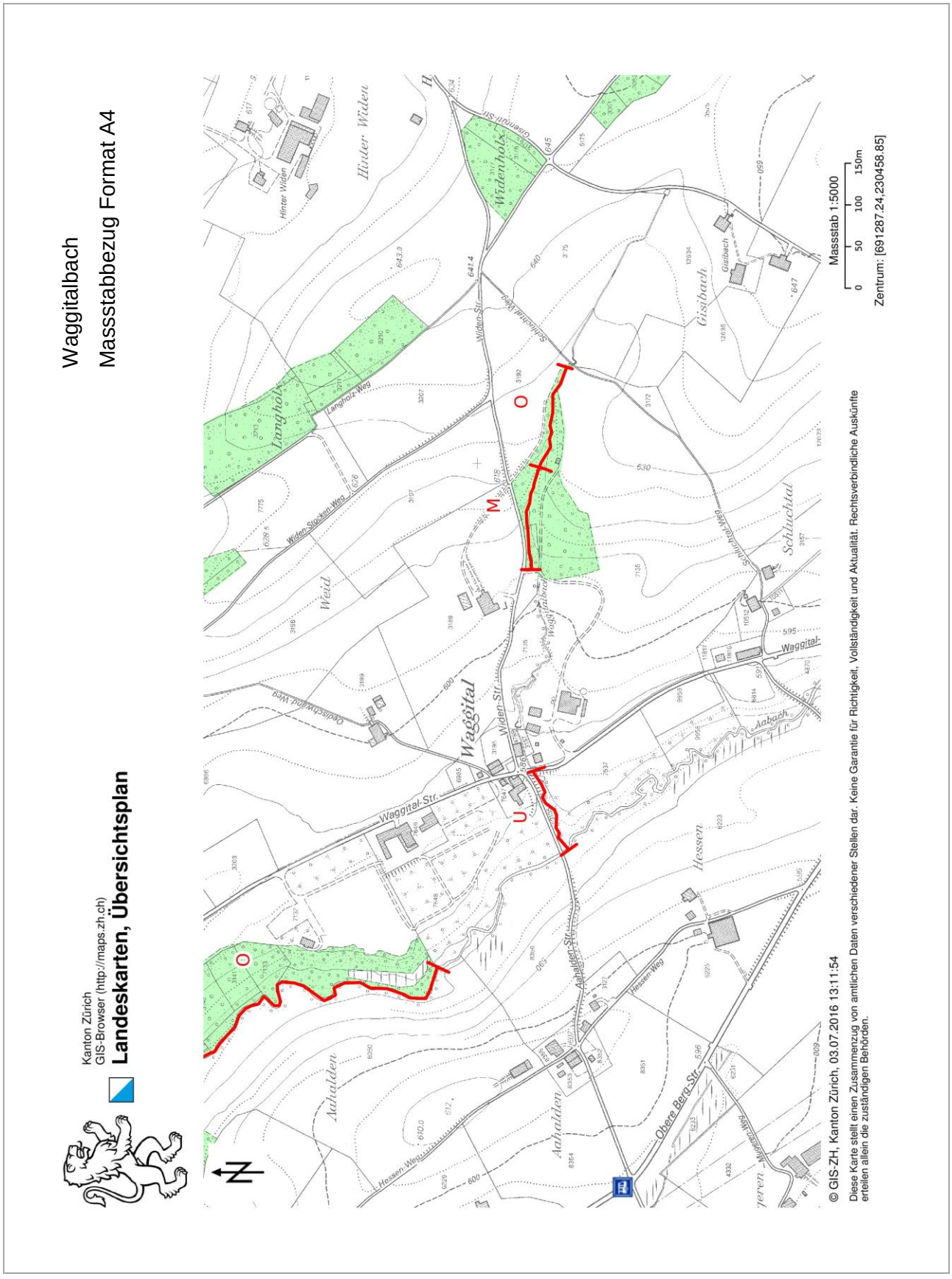


© GIS-ZH, Kanton Zürich, 03.07.2016 13:08:59

Diese Karte stellt einen Zusammenzug von amtlichen Daten verschiedener Stellen dar. Keine Garantie für Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität. Rechtsverbindliche Auskünfte erteilen allein die zuständigen Behörden.

Massstab 1:5000
0 50 100 150m

Zentrum: [690484.23,230843.82]


Waggitalbach
Massstabbezug Format A4
Kanton Zürich
GIS-Browser (http://maps.zh.ch)
Landeskarten, Übersichtsplan
O
M
U
O
Massstab 1:5000
0 50 100 150m
Zentrum: [691287.24,230458.85]
© GIS-ZH, Kanton Zürich, 03.07.2016 13:11:54
Diese Karte stellt einen Zusammenzug von amtlichen Daten verschiedener Stellen dar. Keine Garantie für Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität. Rechtsverbindliche Auskünfte erteilen allein die zuständigen Behörden.

Anhang 3 Protokollblatt

Feldprotokoll zur Bachelorarbeit über das Vorkommen von Feuersalamandern in der Gemeinde Wädenswil

Name Bach _____ **Koordinaten** x y

Vorbereitung

Vorher
- □ Desinfektion von Schuhen und Arbeitsmaterial
- □ Arbeitsmaterial (Multiparametersonde, Kescher, Javel-Wasser, Abfallsack, Gummistiefel, Auffangbehälter, Kamera, Karte)

Vor Ort □ Foto Standort

Standort

Naturschutzgebiet □ ja □ nein

Anthropogene Einflüsse _____

Schattenanteil □ <25% □ 25-50% □ 50-75% □ >75%

Bachbreite U _____ M _____ O _____

Relief _____

Ufer-Beschaffenheit _____

Wasserqualität □ Schaum □ Klar □ Trüb □ Laub □ Abfall

Substrat □ Fels □ Geröll □ Kies □ Sand □ Lehm □ Schlamm

Eisensulfid-Rückstände □ keine □ leicht □ mittel □ erheblich

Kolmation □ keine □ leicht □ mittel □ erheblich

Datum									
Uhrzeit									
Wetterlage* und Temperatur									
Messungen									
Flussabschnitt	U	M	O	U	M	O	U	M	O
Elektrische Leitfähigheit µs/cm									
Sauerstoffgehalt (mg/l)									
Wasser-Temperatur (°C)									
pH									
Anzahl Larven									
Anzahl adulte Tiere									
Köcherfliegenlarven	Ja/nein	Ja/nein	Ja/nein	Ja/nein	Ja/nein	Ja/nein	Ja/nein	Ja/nein	Ja/nein
Flussflohkrebse	Ja/nein	Ja/nein	Ja/nein	Ja/nein	Ja/nein	Ja/nein	Ja/nein	Ja/nein	Ja/nein

Anhang 4 Antragsformular CSCF

INFO SPECIES

Vertrag

zwischen

INFO SPECIES

Schweizer Informationsnetzwerk für Fauna, Flora und Kryptogamen

und

[Institution, Abteilung und Büro] .....

[Name und Vorname] Arnaldi Valerie

[Komplette Adresse] Walther Hauser-Strasse 16, 8820 Wädenswil

[E-Mail Adresse, Telefonnummer] valerie.arnaldi@bluewin.ch 076 519 07 74

Nutzergruppe:
☐ Amt / Verwaltung intern (Bund, Kanton, Gemeinde) ☒ öffentliche Forschungseinrichtung
☐ Privates Büro ☐ Nationalpark / reg. Naturpärke, etc. ☐ NGO, Gesellschaft, Verein
☒ Privatperson (ohne kommerzielle Interessen) ☐ andere: .....

Betreffend der Lieferung und Nutzung von Daten

Die INFO SPECIES angeschlossenen Datenzentren liefern dem/der oben genannten Antragsteller/in die Daten für die unten ausgewählten Artengruppen. Bitte vorgängig nachfolgende Punkte ausfüllen:

[1] Die gelieferten Daten werden ausschliesslich für folgende(s) Studie/Projekt verwendet:

Bachelorarbeit bei Vorkommen Feuersalamander in Wädenswil, Vernetzungsprojekt

[2] Auftraggeber (Kanton, Gemeinde, privates Unternehmen, Universität, Hochschule, ...):

ZHAW Wädenswil, Abteilung Stadtökologie / Naturschutzverein Wädenswil

[3] Beschreibung Studie/Projekt (Projektbeschrieb kann auch separat per E-Mail zugestellt werden):

In der Studie werden die Bestände des Feuersalamanders in der Gemeinde Wädenswil unter Berücksichtigung verschiedener Parameter erfasst. Die Daten werden dem Naturschutzverein Wädenswil für entsprechende Aufwertungs- und Vernetzungsmassnahmen ausgehändigt.

[4] Projektperimeter (Kanton(e), Gemeinde(n), Quadratkilometer oder Perimeter gemäss beiliegender Karte / Shapefile):

Gemeinde Wädenswil gemäss beiliegendem Plan

.....

[5] Auflösung der Daten (gewünschte Auflösung ankreuzen) [Bitte Richtlinien für Datenabgabe beachten]

☐ Artenliste (ohne Koordinaten) ☐ (5x5km) ☒ (1x1km) ☐ andere: .....

Artengruppen (gewünschte Gruppen ankreuzen):

Wirbeltiere:
- ☐ Fische [CSCF]
- ☒ Amphibien [karch via CSCF]
- ☐ Reptilien [karch via CSCF]
- ☐ Säugetiere (ohne Fledermäuse) [CSCF]
- ☐ Fledermäuse [KOF/CCO via CSCF]
- ☐ Vögel [Schweizerische Vogelwarte]

Wirbellose:
- ☐ Weichtiere [CSCF]
- ☐ Flusskrebse [CSCF]
- ☐ Spinnen [CSCF]
- ☐ Eintagsfliegen [CSCF]
- ☐ Köcherfliegen [CSCF]
- ☐ Steinfliegen [CSCF]
- ☐ Libellen [CSCF]
- ☐ Heuschrecken [CSCF]
- ☐ Holzkäfer [CSCF]
- ☐ Laufkäfer [CSCF]
- ☐ Nachtfalter [CSCF]
- ☐ Tagfalter und *Zygaenen* [CSCF]
- ☐ Hautflügler (*Aculeaten*) [CSCF]

Flora, Kryptogamen:
- ☐ Flora (Gefässpflanzen) [Info Flora]
- ☐ Moose [NISM]
- ☐ Pilze [SwissFungi]
- ☐ Flechten [SwissLichens]
- ☐ Makroalgen (*Characeae*) [Info Flora]

Daten werden benötigt:

- ☐ für alle Arten der ausgewählten Artengruppen
- ☐ nur für die prioritären / gefährdeten Arten der ausgewählten Artengruppen
- ☒ nur für folgende Arten: Salamandra Salamandra / Triturus alpestris

Sind im Rahmen dieses Projekts Felduntersuchungen geplant? : ☒ JA ☐ NEIN
Wenn ja, für folgende Artengruppen : Salamandra Salamandra / Triturus alpestris

Projektdauer : von 01.03.2016 bis 03.09.2016

Bedingungen

1 Der/die Antragsteller/in hat die Bedingungen für die Nutzung und Weiterverwendung der Daten zur Kenntnis genommen (Richtlinien betreffend Eigentum, Weitergabe und Verwendung von Beobachtungsdaten von INFO SPECIES):

2 Der/die Antragsteller/in akzeptiert namentlich folgende Punkte:

- Keine Weitergabe von Daten an Dritte;
- Keine Publikationen (wissenschaftliche Artikel) der erhaltenen Daten (ausser bei entsprechender Absprache mit den betroffenen Datenzentren);
- In Berichten und Zusammenstellungen ist die Auflistung von zusammengefassten Daten möglich mit Zitierung des zuständigen Datenzentrums (Beispiel: © CSCF, Neuenburg) und, wenn vorhanden, aller Datenmelder und Datenmelderinnen.
- Löschen des gesamten gelieferten digitalen Datensatzes (Original, Auszüge und eventuelle Kopien) nach Abschluss des oben genannten Projekts.

3. Sollten zusätzliche Felduntersuchungen im Rahmen dieses Projekts durchgeführt werden, verpflichtet sich der/die Antragsteller/in die gesammelten Rohdaten an INFO SPECIES weiter zu geben.

4. Zwei unterzeichnete und ausgefüllte Exemplare des Vertrags werden für INFO SPECIES ans CSCF zur Bearbeitung des Antrags zugestellt. Es ist auch möglich, eine mit der Unterschrift versehene Version der pdf-Datei per E-Mail (secretariat.cscf@unine.ch oder Mitarbeiter/in CSCF) oder per Fax 032 725 70 29 an das CSCF zu verschicken. Der/die Antragsteller/in erhält ein Exemplar mit der Unterschrift des Zeichnungsberechtigten seitens von INFO SPECIES zurück.

5. Die Datenlieferung erfolgt durch die betreffenden Datenzentren individuell. Die Lieferfrist beträgt mind. 3 Werktage.

6. Für ihren Datenservice stellen die einzelnen Datenzentren folgende Grundgebühren in Rechnung (siehe auch Webseiten der einzelnen Datenzentren):

- CSCF inkl. Karch, KOF, CCO (Wirbellose, Wirbeltiere ohne Vögel): CHF 50.- bis 140.-
- Schweizerische Vogelwarte (Vögel): CHF 150.- bis 200.-
- Info Flora (Gefässpflanzen / Makroalgen): CHF 50.- bis 140.-
- SwissLichens & SwissFungi (Flechten & Pilze): CHF 50.- bis 140.-
- NISM (Moose): CHF 50.- bis 140.-

7. Werden Berichte oder Publikationen erstellt, nimmt INFO SPECIES gerne ein Belegexemplar entgegen.

Ort und Datum: Wädenswil, 20.4.16 Ort und Datum: Neuchâtel, 4.5.2016

Antragsteller/in

[handschriftliche Unterschrift][1]

für INFO SPECIES

i.A.

[handschriftliche Unterschrift]

[1] Digitale Unterschriften werden akzeptiert

2/2

Anhang 5 Verfügung

Kanton Zürich
Baudirektion
Verfügung
Amt für Landschaft und Natur
Fachstelle Naturschutz

Nr. 16028
Referenz-Nr.: FNS 16115

Kontakt: Amt für Landschaft und Natur, Fachstelle Naturschutz, Stampfenbachstrasse 12, 8090 Zürich
Telefon +41 43 259 30 32, www.naturschutz.zh.ch (cb)

21. April 2016
1/3

Fangen von geschützten Tieren

Wädenswil
Valerie Arnaldi, ZHAW, Grüental, 8820 Wädenswil
Fangen von Feuersalamandern für Zählung

Ausnahmebewilligung nach Art. 22 des Bundesgesetzes über den Natur- und Heimatschutz

Mit Schreiben vom 20. April 2016 ersucht Valerie Arnaldi um eine Ausnahmebewilligung für das Fangen von Larven des Feuersalamanders.

Im Rahmen einer Bachelorarbeit untersucht Frau Arnaldi das Vorkommen von Feuersalamandern in verschiedenen Fliessgewässern in der Gemeinde Wädenswil. Das Monitoring erfolgt in Zusammenarbeit mit dem Naturschutzverein Wädenswil. Ziel der Untersuchungen ist, durch das Erfassen der Bestände Rückschlüsse über bestehende Populationen zu ziehen und entsprechende Aufwertungs- und Vernetzungsmassnahmen vorzunehmen, um die Ausbreitung der Amphibienart zu fördern.

Das Erfassen der Bestände erfolgt im Larvenstadium. Dazu müssen die Bäche gemäss beiliegendem Plan betreten werden. Bei unübersichtlichen und verwinkelten Stellen werden Kescher zum Fang verwendet. Die Larven werden unverzüglich nach der Zählung am Fangort wieder freigelassen.

Es sind keine überkommunalen Naturschutzgebiete betroffen.

Gemäss Art. 20 Abs. 2 der Vollziehungsverordnung vom 16. Januar 1991 zum Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz sind alle Amphibienarten geschützt. Gemäss Art. 22 Abs. 1 des Bundesgesetzes über den Natur- und Heimatschutz vom 1. Juli 1966 kann die zuständige kantonale Behörde für das Fangen von geschützten Tieren zu wissenschaftlichen Zwecken Ausnahmen gestatten.

Die vorgesehenen Untersuchungen dienen dem Schutzziel, der Erteilung einer Ausnahmebewilligung steht deshalb nichts entgegen.

Das Amt für Landschaft und Natur verfügt:

I. Valerie Arnaldi, ZHAW, Grüental, 8820 Wädenswil, wird die Bewilligung erteilt, im Rahmen des Monitorings Larven des Feuersalamanders unter folgenden Bedingungen und Auflagen zu fangen:

1. Das Begehen der Gewässer ist auf das für die Untersuchungen absolut nötige Minimum zu beschränken.
2. Die Flora und Fauna sind bestmöglich zu schonen.
3. Die Untersuchungen dürfen nicht an Wochenenden durchgeführt werden.
4. Die Populationen dürfen in ihrem Fortbestand nicht gefährdet werden.
5. Nach Beendigung der Untersuchungen sind die Tiere am Fangort wieder freizulassen.
6. Durch die Desinfektion oder das Trocknen des Materials zwischen den Standorten soll eine Übertragung von Pathogenen verhindert werden.
7. Die exakten Standorte der Untersuchungsflächen sind der Fachstelle Naturschutz bekannt zu geben.
8. Die im Rahmen der Arbeit erhobenen Artenfunde sind an www.infospecies.ch zu melden. Die Datenübermittlung ist der Fachstelle Naturschutz zu bestätigen.
9. Der Fachstelle Naturschutz ist nach Abschluss der Untersuchungen ein Exemplar der Arbeit abzugeben.
10. Diese Ausnahmebewilligung ist während den Feldarbeiten mitzuführen.

II. Gegen diese Verfügung kann innert 30 Tagen, von der Zustellung an gerechnet, mit schriftlicher Begründung beim Baurekursgericht, 8090 Zürich, Rekurs erhoben werden. Die in dreifacher Ausfertigung einzureichende Rekursschrift muss einen Antrag und dessen Begründung enthalten. Der angefochtene Entscheid ist beizulegen. Die angerufenen Beweismittel sind genau zu bezeichnen und soweit möglich beizulegen. Rekursentscheide sind kostenpflichtig; die Kosten hat die im Verfahren unterliegende Partei zu tragen.

III. Mitteilung an

- Valerie Arnaldi, ZHAW, Grüental, 8820 Wädenswil
- Stadtrat Wädenswil, Florhofstr. 6, 8820 Wädenswil
- BAFU, Abt. Arten Ökosysteme Landschaften, 3003 Bern
- KARCH, (Koordinationsstelle für Amphibien und Reptilien Schweiz), Passage Maximilien-de-Meuron 6, 3005 Bern
- Büro für angewandte Ökologie, Mario Lippuner, Aegertenstr. 6, 8006 Zürich
- Kerst-Beratungen, Roeland Kerst, Naturschutz-Beauftragter, Talweg 3, 8707 Uetikon a. S.

Baudirektion
3/3

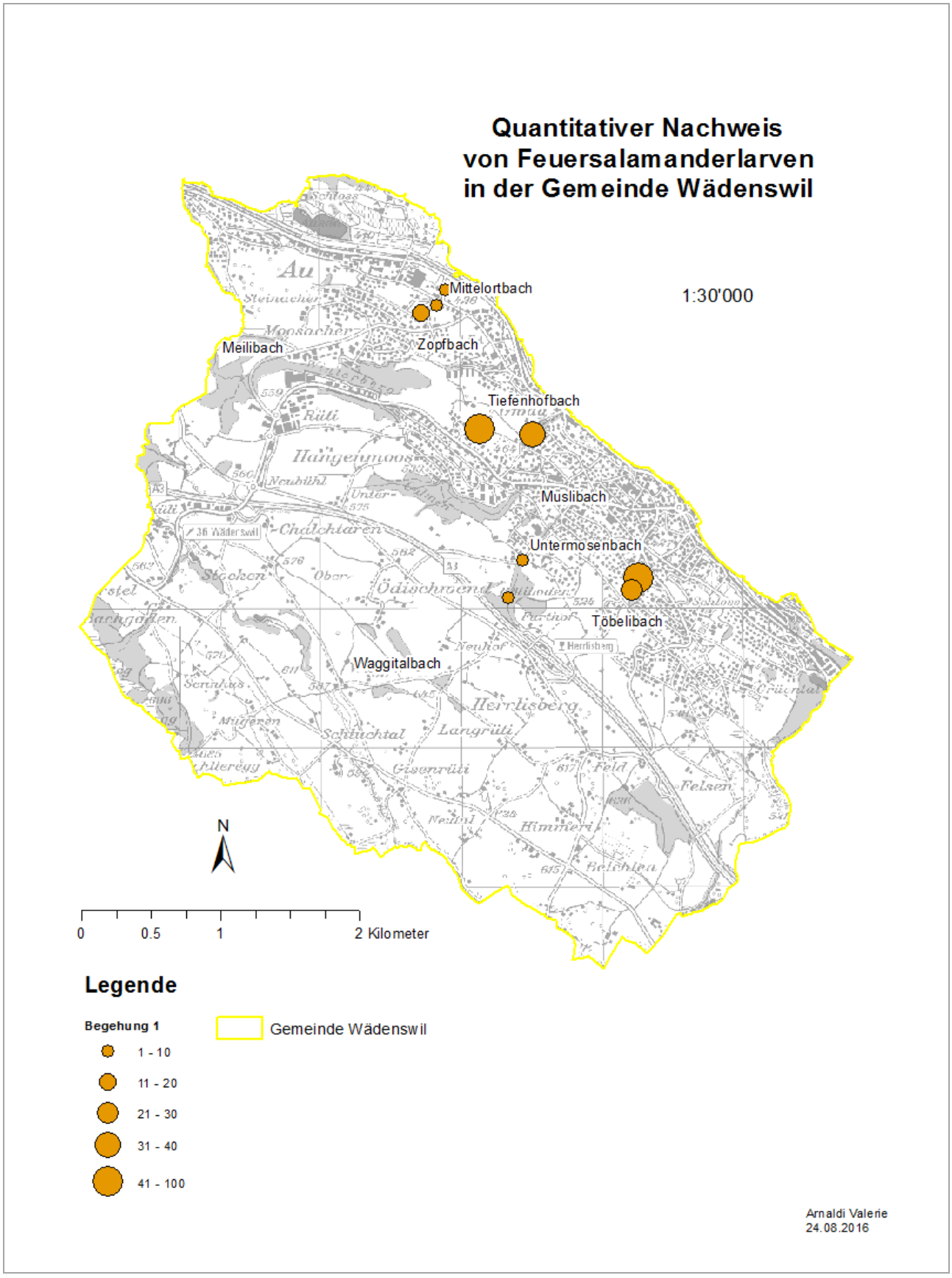
- AWEL, Abt. Wasserbau, Sektion Beratung + Bewilligung, 8090 Zürich
- Amt für Landschaft und Natur, Fischerei- und Jagdverwaltung, 8090 Zürich
- die beschwerdeberechtigten Organisationen

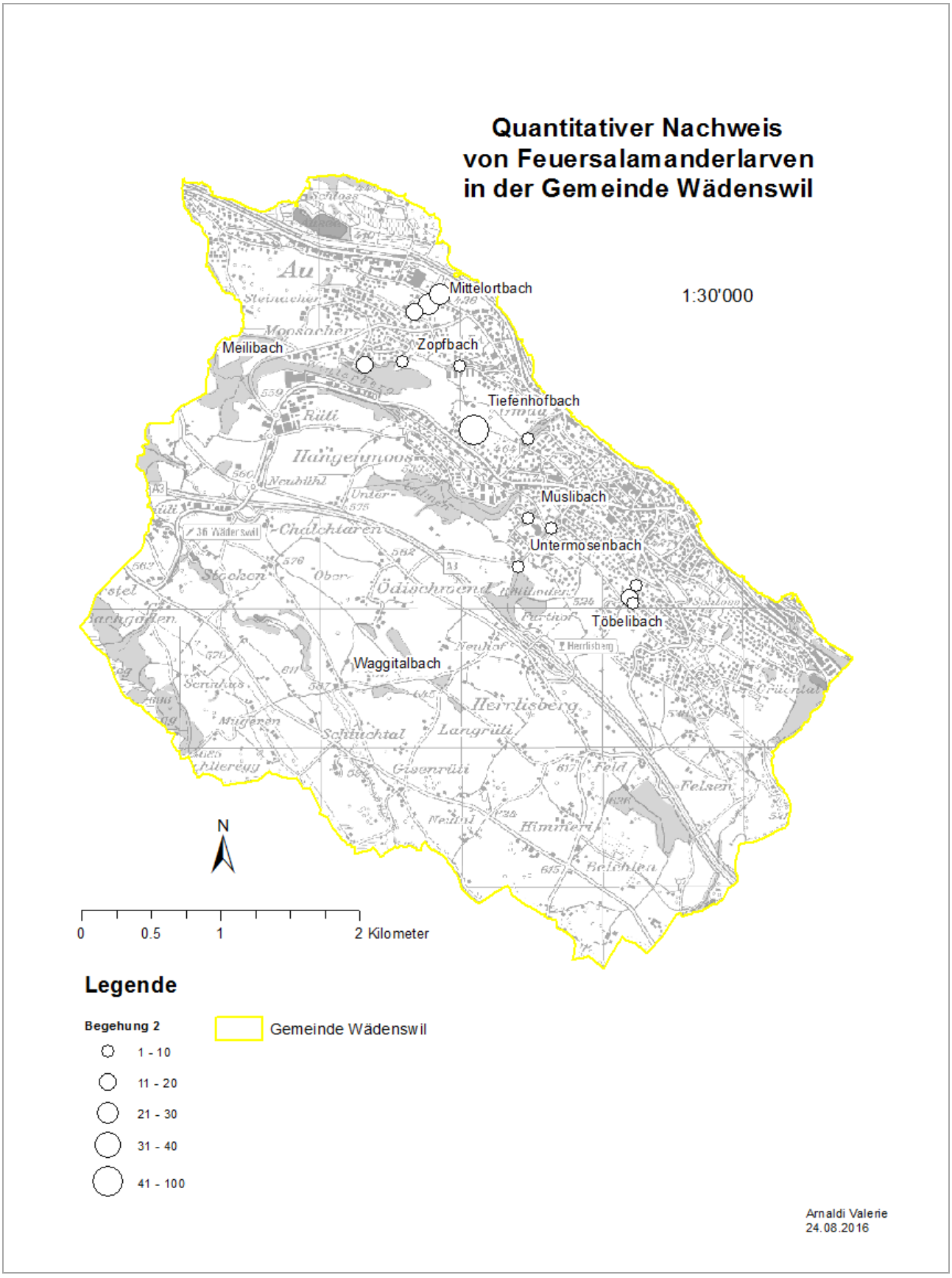
U. Wiedmer

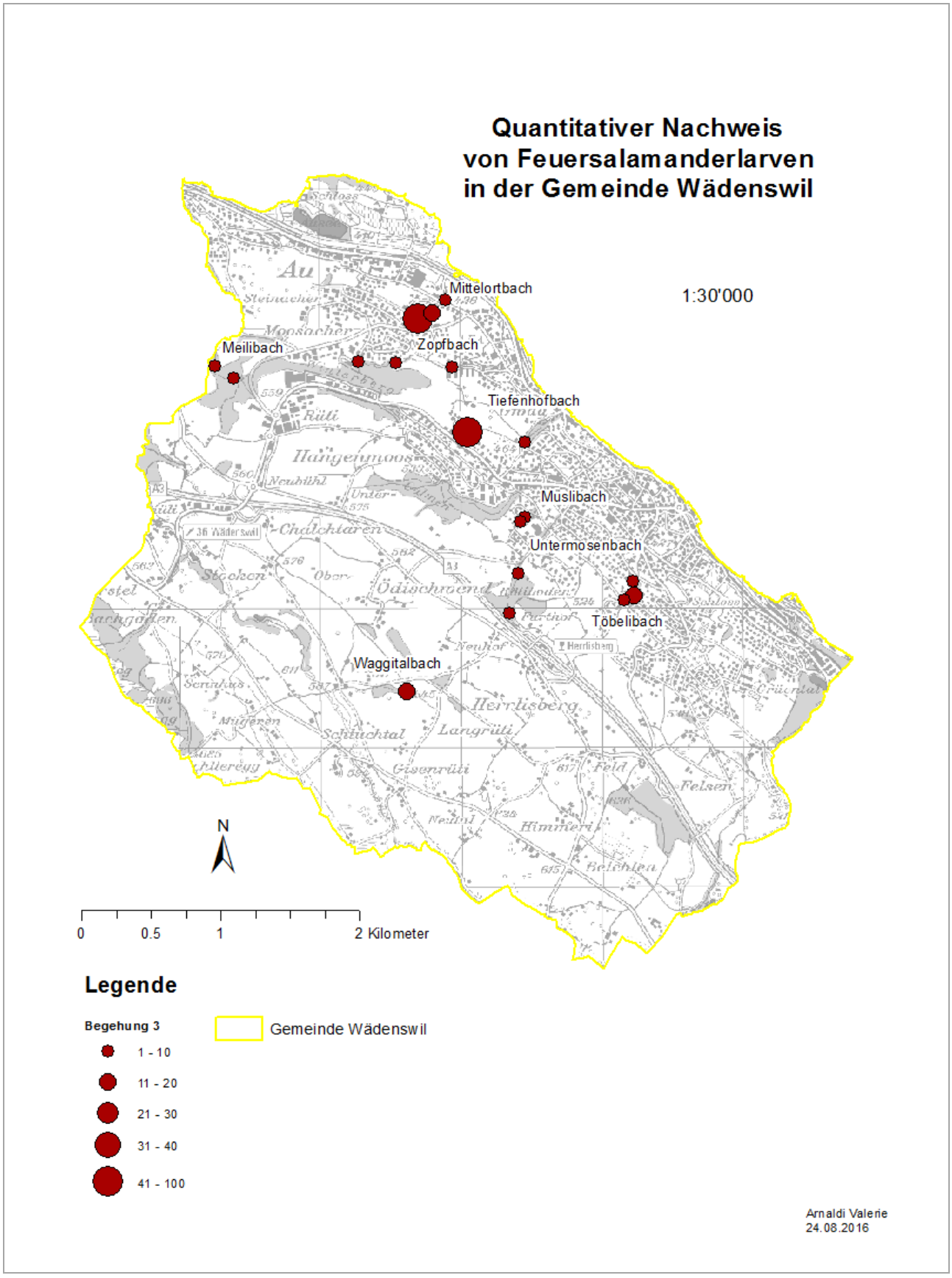
Ursina Wiedmer
Fachstellenleiterin

Versand: 3. Mai 2016

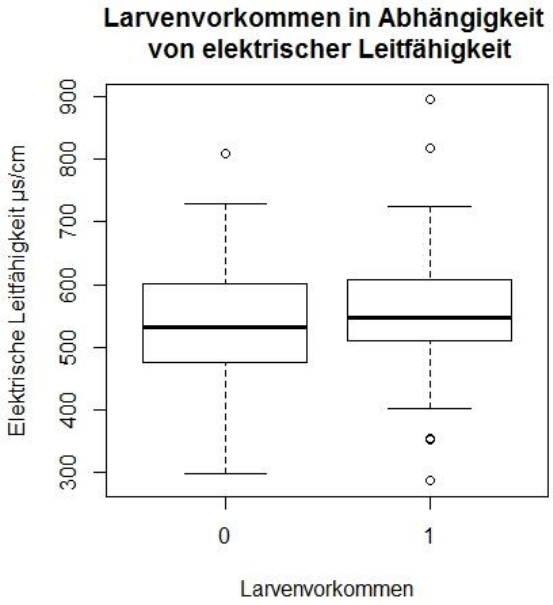
Anhang 6 Larvenvorkommen




Quantitativer Nachweis
von Feuersalamanderlarven
in der Gemeinde Wädenswil
1:30'000
Mittelortbach
Meilibach
Zopfbach
Tiefenhofbach
Muslibach
Untermosenbach
Töbelibach
Waggitalbach
N
0
0.5
1
2 Kilometer
Legende
Begehung 2
1 - 10
11 - 20
21 - 30
31 - 40
41 - 100
Gemeinde Wädenswil
Arnaldi Valerie
24.08.2016


Quantitativer Nachweis
von Feuersalamanderlarven
in der Gemeinde Wädenswil
1:30'000
Mittelortbach
Zopfbach
Meilibach
Tiefenhofbach
Muslibach
Untermosenbach
Tobelibach
Waggitalbach
N
0
0.5
1
2 Kilometer
Legende
Begehung 3
1 - 10
11 - 20
21 - 30
31 - 40
41 - 100
Gemeinde Wädenswil
Arnaldi Valerie
24.08.2016

Anhang 7 Statistische Auswertung



Nullhypothese

Die elektrische Leitfähigkeit ist bei Bachabschnitten mit und ohne Larvenvorkommen gleich hoch – Die elektrische Leitfähigkeit beeinflusst das Vorkommen von Feuersalamanderlarven nicht

Alternativhypothese

Die elektrische Leitfähigkeit ist bei Bachabschnitten mit und ohne Larvenvorkommen unterschiedlich – Die elektrische Leitfähigkeit beeinflusst das Vorkommen von Feuersalamanderlarven

Normalverteilung (Shapiro Test)

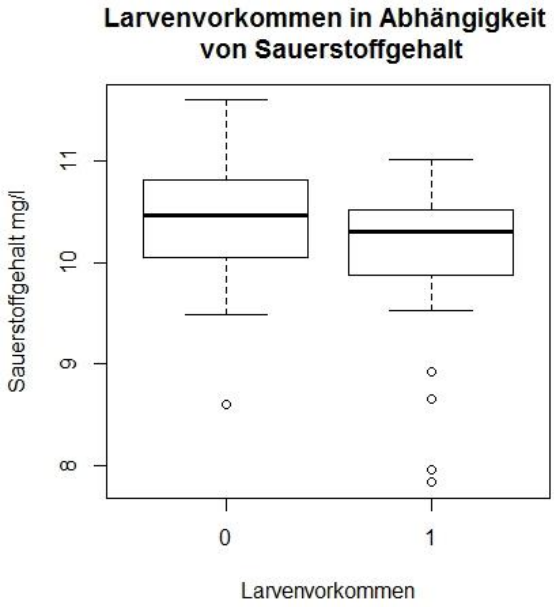
	α = 0.05
1	p = 0.226
0	p = 0.6539

Daten sind normalverteilt

T-Test

α = 0.05 p =0.6598

Kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Stichproben
Beibehaltung der Nullhypothese



Nullhypothese

Der Sauerstoffgehalt ist bei Bachabschnitten mit und ohne Larvenvorkommen gleich hoch – Der Sauerstoffgehalt beeinflusst das Vorkommen von Feuersalamanderlarven nicht

Alternativhypothese

Der Sauerstoffgehalt ist bei Bachabschnitten mit und ohne Larvenvorkommen unterschiedlich – Der Sauerstoffgehalt beeinflusst das Vorkommen von Feuersalamanderlarven

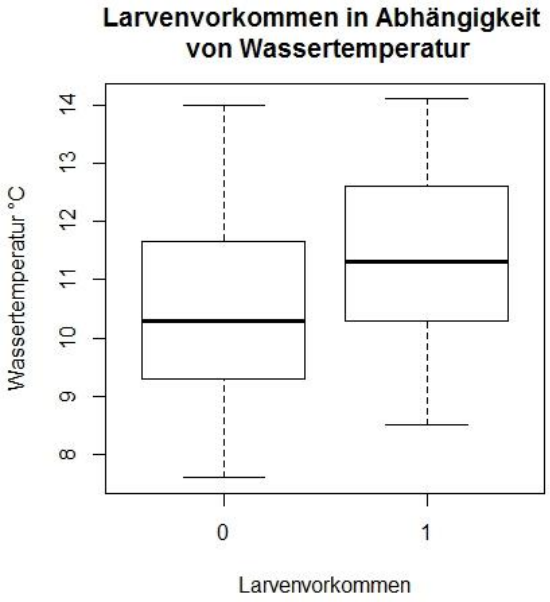
Normalverteilung (Shapiro Test)

	α = 0.05
1	p = 2.174e-05
0	p = 0.487

Daten sind nicht normalverteilt

Wilcoxon-Test

α = 0.05 p = 0.03611
Signifikanter Unterschied zwischen den Daten
Verwerfung der Nullhypothese



Nullhypothese

Die Wassertemperatur ist bei Bachabschnitten mit und ohne Larvenvorkommen gleich hoch – Die Wassertemperatur beeinflusst das Vorkommen von Feuersalamanderlarven nicht

Alternativhypothese

Die Wassertemperatur ist bei Bachabschnitten mit und ohne Larvenvorkommen unterschiedlich – Die Wassertemperatur beeinflusst das Vorkommen von Feuersalamanderlarven

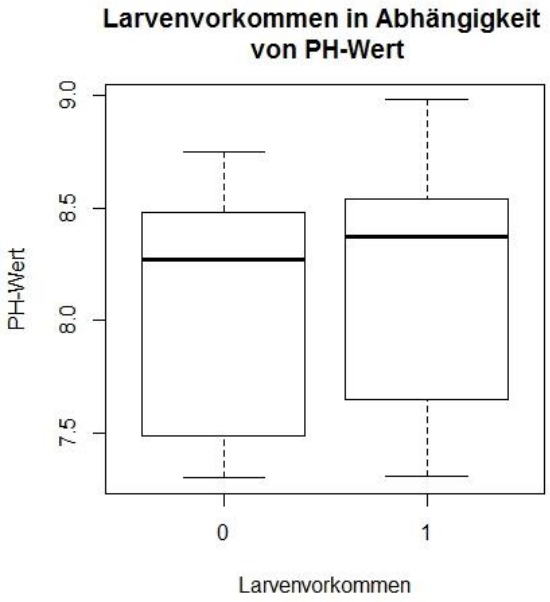
Normalverteilung (Shapiro Test)

	α = 0.05
1	p = 0.3072
0	p = 0.05669

Daten sind normalverteilt

T-Test

α = 0.05 p = 0.003545
Signifikanter Unterschied zwischen den Daten
Verwerfung der Nullhypothese



Nullhypothese

Der pH-Wert ist bei Bachabschnitten mit und ohne Larvenvorkommen gleich hoch – Der PH-Wert beeinflusst das Vorkommen von Feuersalamanderlarven nicht

Alternativhypothese

Der pH-Wert ist bei Bachabschnitten mit und ohne Larvenvorkommen unterschiedlich – Der PH-Wert beeinflusst das Vorkommen von Feuersalamanderlarven

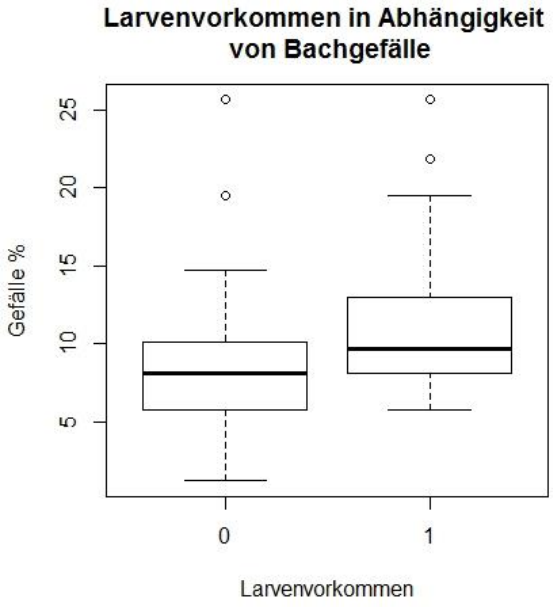
Normalverteilung (Shapiro Test)

	α = 0.05
1	p = 0.003455
0	p = 1.043e-06

Daten sind nicht normalverteilt

Wilcoxon-Test

α = 0.05 p = 0.2229
Kein signifikanter Unterschied zwischen den Daten
Beibehaltung der Nullhypothese



Nullhypothese

Das Gefälle ist bei Bachabschnitten mit und ohne Larvenvorkommen gleich gross – Das Gefälle des Baches beeinflusst das Vorkommen von Feuersalamanderlarven nicht

Alternativhypothese

Das Gefälle ist bei Bachabschnitten mit und ohne Larvenvorkommen unterschiedlich – Das Gefälle des Baches beeinflusst das Vorkommen von Feuersalamanderlarven

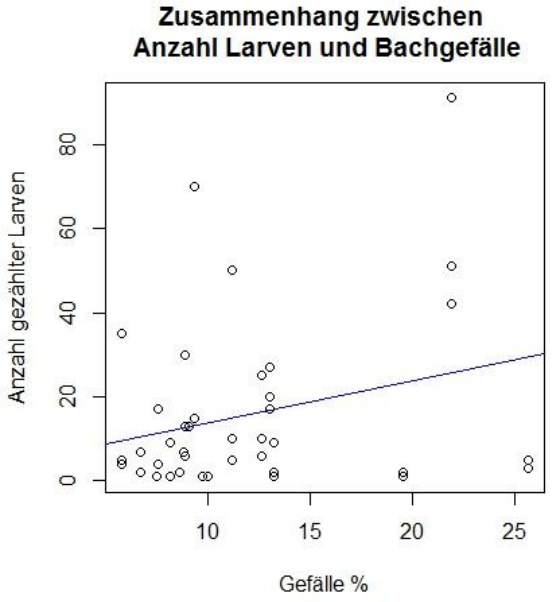
Normalverteilung (Shapiro Test)

	α = 0.05
1	p = 3.172e-05
0	p = 0.001509

Daten sind nicht normalverteilt

Wilcoxon-Test

α = 0.05 p = 0.002391
Signifikanter Unterschied zwischen den Daten
Verwerfung der Nullhypothese



Hypothese

Die Anzahl gezählter Larven nimmt mit zunehmendem Gefälle des Baches zu – Korrelation zwischen Anzahl Larven und Bachgefälle

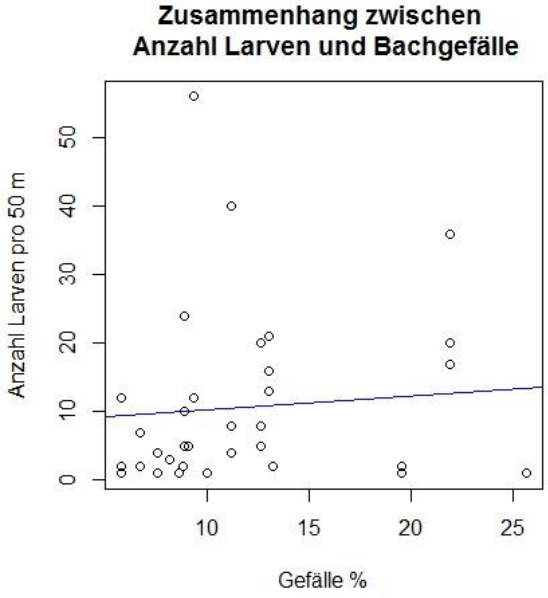
Funktion

y(x) = 1.010155x + 3.589415

Lineare Regressions-Analyse

$|r|$ = 0.2710078

Korrelation nicht befriedigend



Hypothese

Die Anzahl Larven pro 50 m nimmt mit zunehmendem Gefälle des Baches zu – Korrelation zwischen Anzahl Larven und Bachgefälle

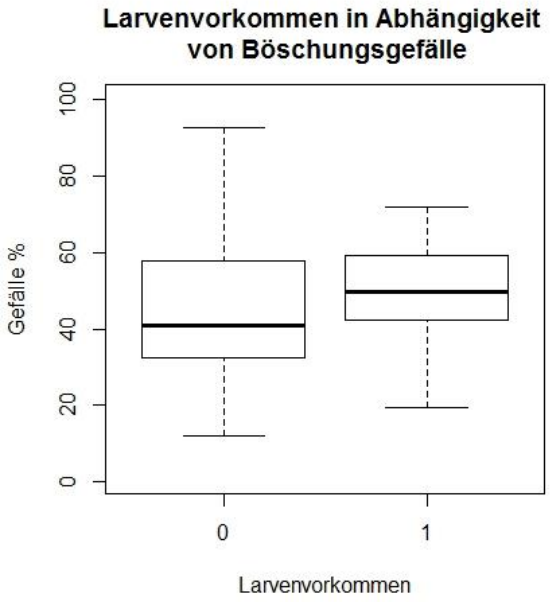
Funktion

y(x) = 0.1953257x + 8.3438127

Lineare Regressions-Analyse

$|r|$ = 0.087988

Keine Korrelation



Nullhypothese

Das Gefälle der Böschung ist bei Bachabschnitten mit und ohne Larvenvorkommen gleich gross – Das Gefälle der Böschung beeinflusst das Vorkommen von Feuersalamanderlarven nicht

Alternativhypothese

Das Gefälle der Böschung ist bei Bachabschnitten mit und ohne Larvenvorkommen unterschiedlich – Das Gefälle der Böschung beeinflusst das Vorkommen von Feuersalamanderlarven

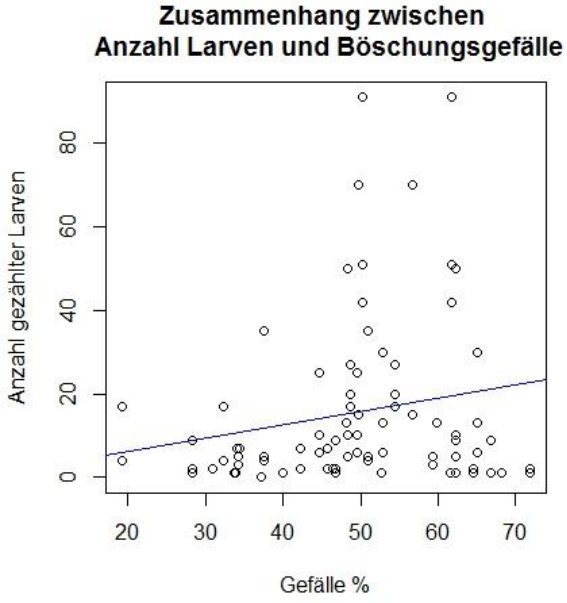
Normalverteilung (Shapiro Test)

	α = 0.05
1	p = 0.04943
0	p = 0.001278

Daten sind nicht normalverteilt

Wilcoxon-Test

α = 0.05 p = 0.01693
Signifikanter Unterschied zwischen den Daten
Verwerfung der Nullhypothese



Hypothese

Die Anzahl gezählter Larven nimmt mit zunehmendem Gefälle der Böschung zu – Korrelation zwischen Anzahl Larven und Böschungsgefälle

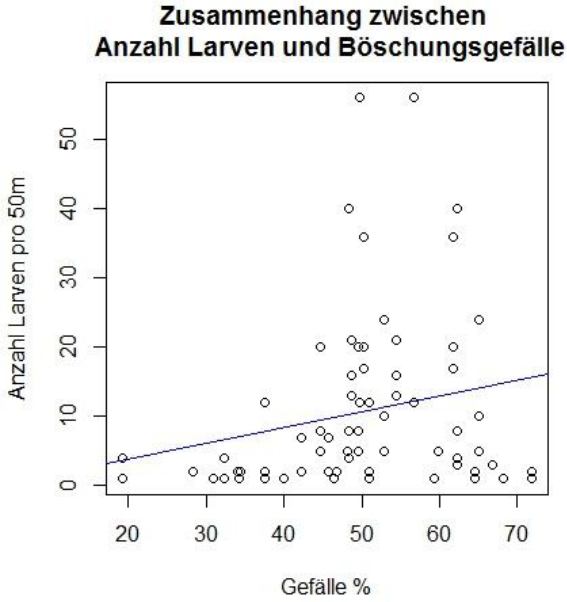
Funktion

y(x) = 0.3190150x – 0.3134687

Lineare Regressions-Analyse

$|r|$ = 0.1942174

Korrelation nicht befriedigend



Hypothese

Die Anzahl Larven pro 50 m nimmt mit zunehmendem Gefälle der Böschung zu – Korrelation zwischen Anzahl Larven und Böschungsgefälle

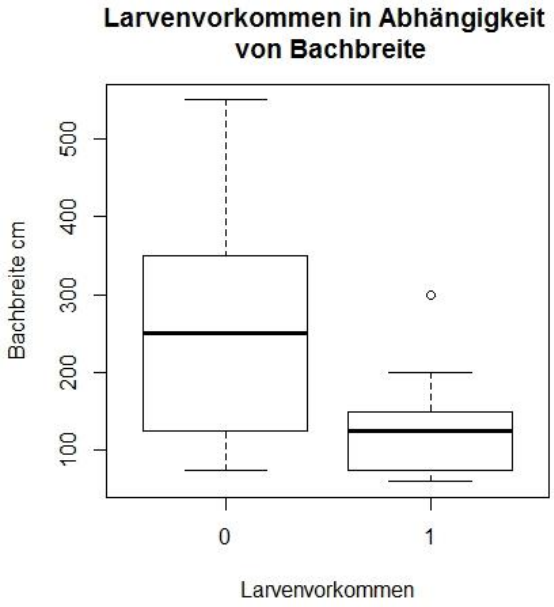
Funktion

y(x) = 0.2287764x – 0.7335549

Lineare Regressions-Analyse

$|r|$ = 0.212982

Korrelation nicht befriedigend



Nullhypothese

Die Bachbreite ist bei Bachabschnitten mit und ohne Larvenvorkommen gleich gross – Die Bachbreite beeinflusst das Vorkommen von Feuersalamanderlarven nicht

Alternativhypothese

Die Bachbreite ist bei Bachabschnitten mit und ohne Larvenvorkommen unterschiedlich – Die Bachbreite beeinflusst das Vorkommen von Feuersalamanderlarven

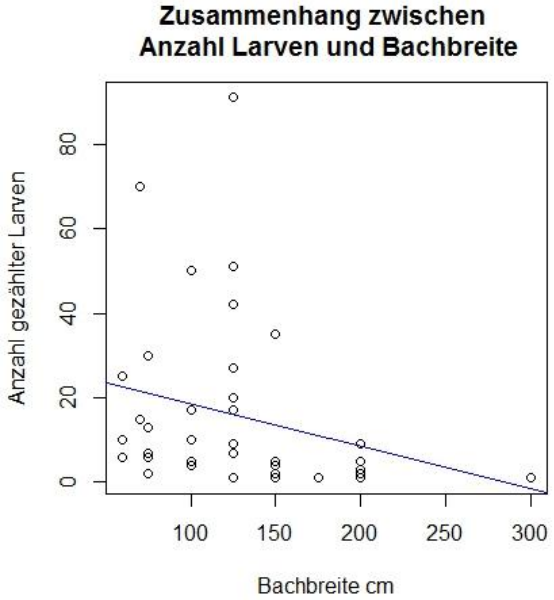
Normalverteilung (Shapiro Test)

	α = 0.05
1	p = 0.000472
0	p = 4.17e-05

Daten sind nicht normalverteilt

Wilcoxon-Test

α = 0.05 p = 1.155e-05
Signifikanter Unterschied zwischen den Daten
Verwerfung der Nullhypothese



Hypothese

Die Anzahl gezählter Larven nimmt mit zunehmender Breite der Bäche ab – Antikorrelation zwischen Anzahl Larven und Bachbreite

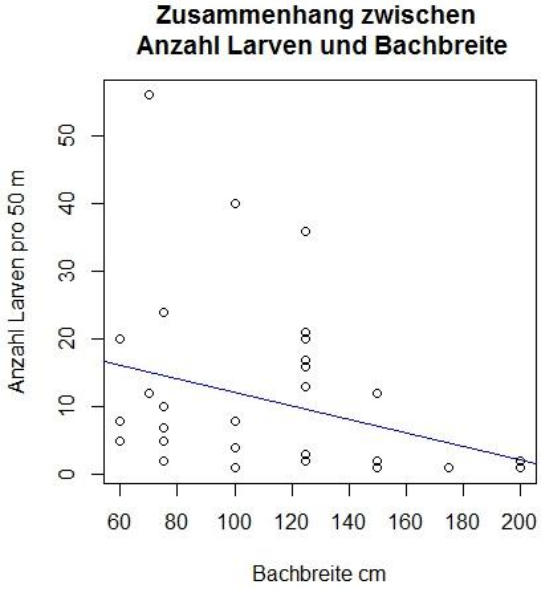
Funktion

y(x) = -0.1000026x + 28.5369257

Lineare Regressions-Analyse

$|r|$ = - 0.2949235

Korrelation nicht befriedigend



Hypothese

Die Anzahl Larven pro 50 m nimmt mit zunehmender Breite der Bäche ab – Antikorrelation zwischen Anzahl Larven und Bachbreite

Funktion

y(x) = -0.1001373x + 22.2014672

Lineare Regressions-Analyse

$|r|$ = - 0.3319181

Korrelation nicht befriedigend

Anhang 8 Plagiatserklärung

ERKLÄRUNG

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

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

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

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

Ort, Datum: Unterschrift:

Das Original dieses Formulars ist bei der ZHAW-Version aller abgegebenen Bachelorarbeiten im Anhang mit Original-Unterschriften und –Datum (keine Kopie) einzufügen.