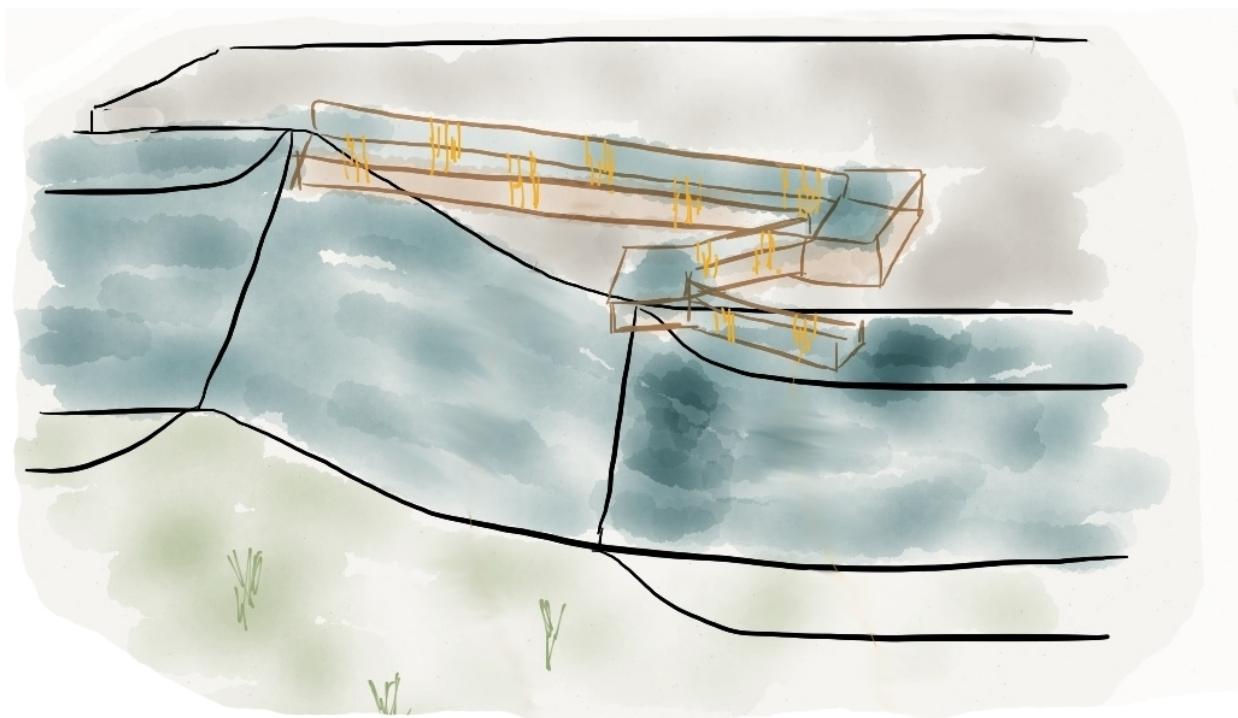


# Ökologische Grundlagen und Standortevaluation für die Realisierung des Prototyps eines Fischpasses



Bachelorarbeit im Studiengang Umweltnaturwissenschaften

**Eva Baier**

FS 2013

Betreut durch Dr. Armin Peter, Eawag

**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

**eawag**  
aquatic research ooo

## **Danksagung**

Ich möchte mich an dieser Stelle bei allen Personen bedanken, die es mir ermöglicht haben, dieses Projekt durchzuführen. Ein grosser Dank geht dabei an den Mitinitiator und Miterfinder Basil Weibel, der sich vor allem in der Anfangsphase tatkräftig für die Umsetzung des Projektes eingesetzt hat. Ebenso möchte ich der gesamten Arbeitsgruppe danken, die mich im Verlaufe des Projektes stets mit viel Expertenwissen unterstützte. Mein Betreuer, Armin Peter, war immer für mich da, hat meine Fragen beantwortet und mich auch in der Feldarbeit tatkräftig unterstützt. Sehr gut lief auch die Zusammenarbeit mit Thomas Gasser, der die Masterarbeit im Bauingenieurswesen zu diesem Projekt verfasste und mich in den bautechnischen Dingen geduldig beraten hat.

Zuletzt möchte ich noch meiner Familie und meinen Freunden danken. Sie haben mich stets zur Weiterentwicklung des Projektes angehalten und durch zahlreiche Diskussionen zum Nachdenken angeregt. Auch beim Gegenlesen meiner Texte konnte ich auf ihr Mitwirken zählen. Besonders hervorheben möchte ich den Dank an Cédric Sonderegger, der immer an mich geglaubt hat und mich seit Beginn des Projektes auf allen Ebenen tatkräftig unterstützt hat.

## Zusammenfassung

Die freie Fischwanderung ist in der Schweiz durch zahlreiche Wanderhindernisse eingeschränkt. Nach dem Bundesgesetz über die Fischerei (BGF) sind die Kantone dazu verpflichtet, die Gewässer fischgängig zu gestalten, dabei werden hohe Geldsummen benötigt und es wird mit langen Zeiträumen für die Umsetzung gerechnet. Der Rückgang der Anzahl Fischarten bedingt rasche Lösungsansätze. Daher soll anhand eines Pilotprojektes getestet werden, ob die Vernetzung der Fliessgewässer mit Hilfe einer provisorischen Fischaufstiegshilfe (FAH) wieder hergestellt werden kann, bis das Gewässer revitalisiert und somit naturnah fischgängig gemacht wird. In Zusammenarbeit mit einer Masterarbeit im Bauingenieurswesen, *Entwurf eines provisorischen Fischpasses* (Gasser, 2013), liefert diese Bachelorarbeit die Grundlagen für die Realisierung eines Prototyps für solch eine FAH. Die Konstruktion der FAH stellt einen herkömmlichen Fischpass dar, der freihängend das Hindernis überspannt und dort eingesetzt wird, wo in naher Zukunft keine Sanierung erfolgt.

Das Ergebnis einer Standortevaluation zeigte, dass eine Stufe am Aabach in Uster für die Realisierung des Projektes geeignet ist. Dort wurden die Zielarten Barbe (*Barbus Barbus*), Alet (*Squalius cephalus*), Bachforelle (*Salmo trutta fario*), Gründling (*Gobio Gobio*) und Seeforelle (*Salmo trutta lacustris*) bestimmt, welche durch den Fischpass die Möglichkeit bekommen sollen, wieder frei zu wandern. Ob den Zielarten mit dem Bau des Prototyps die freie Wanderung ermöglicht werden kann, wird in nachfolgenden Untersuchungen zu überprüfen sein. Befischungen konnten zeigen, dass die Arten- und Gesamtindividuenzahl flussaufwärts sinkt. Die Analyse der Grössenverteilung innerhalb des Aabaches ergab eine grosse Anzahl Jungfische und wenige adulte Tiere. Dies lässt vermuten, dass die Fischfauna am Aabach unter der fehlenden Vernetzung und dem künstlichen, naturfremden Gesamtzustand des Gewässers leidet.

Die zwei akademischen Arbeiten haben ein Wissensdefizit bezüglich der minimalen Dimensionierung von FAHs festgestellt. In der Projektgruppe wird über den weiteren Verlauf des Projektes entschieden werden.

**Schlagwörter:** Fischtreppe, Fischpass, Fischaufstiegshilfe, Wanderhindernisse, Gewässerschutzgesetz, Standortevaluation, Elektrobefischung, Ökomorphologie

# Inhaltsverzeichnis

<b>Danksagung .....</b>	<b>2</b>
<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>3</b>
<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>4</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>6</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>7</b>
1.1 Hintergrund .....	7
1.2 Fragestellung.....	7
<b>2 Das Projekt.....</b>	<b>9</b>
<b>3 Thematischer Hintergrund .....</b>	<b>12</b>
3.1 Fischwanderung.....	12
Gründe für die Wanderungen .....	12
Die Wandertypen.....	14
Wanderfaktoren .....	15
Wanderzeiten .....	15
3.2 Die Schweizer Fischfauna.....	16
Der Zustand der Schweizer Fliessgewässer .....	17
3.3 Das neue Gewässerschutzgesetz .....	19
3.4 Fischaufstiegshilfen FAH .....	20
3.5 Diskussion zu den Lösungen an kleinen Querbauwerken .....	21
<b>4 Die Standortevaluation.....</b>	<b>23</b>
4.1 Übersicht der Standorte .....	23
4.2 Anzahl Fischarten .....	31
4.3 Längsvernetzung.....	34
4.4 Nutzwertanalyse .....	35
Ökologische Kriterien.....	35
Bauliche Kriterien .....	37
Die untersuchten Standorte: .....	37
Ausschlusskriterien .....	37
<b>5 Der Realisierungsstandort am Aabach .....</b>	<b>40</b>
5.1 Allgemeines zum Aabach.....	40
Ökomorphologie .....	40
Fischregion.....	40

Fischarten .....	42
5.2 Der Standort Aabach I .....	43
5.3 Zielarten .....	44
<b>6 Befischung .....</b>	<b>47</b>
6.1 Methoden .....	47
Elektrobefischung .....	47
Geräte .....	48
Betäubung .....	48
Befischungsmethoden (nach Peter & Erb, 1996).....	48
Befischungsstrecke.....	49
6.2 Resultate .....	49
Artenzusammensetzung .....	49
Grössenklassen der Hauptbefischung .....	50
Relative Dichte und relative Biomasse der Hauptbefischung.....	52
6.3 Diskussion.....	53
Anzahl Arten und Artenzusammensetzung .....	53
Anzahl Individuen.....	54
Grössenverteilung.....	54
Relative Dichte und relative Biomasse.....	55
Fazit.....	55
<b>7 Ausblick.....</b>	<b>57</b>
7.1 Erfolgskontrolle.....	57
7.2 Ergebnisse der Master- und Bachelorarbeit.....	58
<b>8 Literaturverzeichnis.....</b>	<b>60</b>
<b>9 Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>63</b>
<b>10 Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>65</b>
<b>11 Anhang.....</b>	<b>66</b>

## Abkürzungsverzeichnis

AG-FAH	Arbeitsgruppe Fischaufstiegshilfen
ALN	Amt für Landschaft und Natur
AWEL	Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft im Kanton Zürich
BAFU	Bundesamt für Umwelt (ehemalig BUWAL)
BGF	Bundesgesetz über die Fischerei
BVUALG	Departement Bau Verkehr und Umwelt, Abteilung Landschaft und Gewässer des Kantons Aargau
BGF	Bundesgesetz über die Fischerei
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
Eawag	Das Wasserforschungs-Institut des ETH Bereichs
FAH	Fischaufstiegshilfe
FIBER	Schweizerische Fischereiberatungsstelle
MUNLV	Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
VAW	Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie an der ETH Zürich
VBGF	Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei
WWF	World Wide Fund For Nature

# 1 Einleitung

## 1.1 Hintergrund

In der Schweiz wird seit mehr als hundert Jahren vom Menschen massiv in die natürliche Dynamik der Fliessgewässer eingegriffen: Begradiigungen zur Landgewinnung, Verbauungen für die Infrastruktur, Bauten für den Hochwasserschutz und nicht zuletzt die Wasserkraftnutzung für die Energiegewinnung haben die Flüsse in isolierte Abschnitte zerstückelt (Weissmann et al., 2009). Fische sind jedoch darauf angewiesen, in ihrem natürlichen Lebenszyklus verschiedene Habitate aufzusuchen zu können. Um jeweils die idealen Lebensbedingungen vorzufinden, wandern die Tiere (Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen MUNLV, 2005). Die Dringlichkeit der Revitalisierung der Schweizer Fliessgewässer zugunsten der freien Wanderung der Tiere wird durch die sinkende Arten- und Individuenzahl verdeutlicht (Kirchhofer et al., 2007). In den letzten Jahren wurde diesem Thema vermehrt Aufmerksamkeit geschenkt und auch die Politik hat mit der Revision des Gewässerschutzgesetzes und der Gewässerschutzverordnung 2011 einen wichtigen Grundstein für die verbesserte Lebensgrundlage der Wasserorganismen gelegt. Doch die Tatsache, dass es über 100'000 unüberwindbare Wanderhindernisse für die Tiere gibt (Weissmann et al., 2009), Revitalisierungen lange Planungs- und Bauhorizonte mit sich bringen und die Kosten für den Rückbau sehr hoch sind (Weissmann et al., 2009), erschwert den Kantonen, dem Bund und letztendlich auch der Bevölkerung die Umsetzung von rasch wirksamen Massnahmen. Um einen Teil zur Lösung dieser komplexen Aufgabe beizutragen, habe ich zusammen mit einem Studenten aus dem Maschinenbaudepartement ein Projekt ins Leben gerufen (Kapitel 2: Das Projekt). Innerhalb dieses Projektes wurde ein erster Prototyp für eine neuartige Fischaufstiegshilfe (FAH) entwickelt, für dessen Realisierung diese Bachelorarbeit die ökologischen Grundlagen liefert.

## 1.2 Fragestellung

Der erste Teil der Bachelorarbeit besteht aus der Standortauswahl für einen Prototyp eines neuartigen Fischpasses innerhalb des Kantons Zürich. Dazu wurde in enger Absprache mit der Masterarbeit im Bauingenieurswesen eine Nutzwertanalyse durchgeführt.

**Frage 1:** Welcher der vom Kanton vorgegeben Standorte eignet sich am Besten für die Realisierung des Prototyps?

Der zweite Teil der Arbeit liefert die ökologischen Grundlagen für den Prototyp. Dazu wurde einerseits die Ökomorphologie des in Teil 1 erarbeiteten Standortes untersucht und andererseits eine Befischung durchgeführt, um die Artenzusammensetzung zu bestimmen.

**Frage 2:** Welche Zielarten sollen an dem erarbeiteten Standort primär gefördert werden?

**Frage 3:** Welchen Einfluss hat der ökomorphologische Zustand des untersuchten Gewässers auf die Fischfauna?

Nach der Realisierung des Prototyps können aufgrund dieser Arbeit folgende drei Hypothesen überprüft werden:

**Hypothese 1:** Alle Zielarten können oberhalb des Hindernisses angetroffen werden.

**Hypothese 2:** Die Gesamtindividuenzahl nimmt mit dem Bau der Fischtreppe oberhalb des Hindernisses zu.

**Hypothese 3:** Die Anzahl Arten oberhalb des Hindernisses nimmt mit dem Bau der Fischtreppe zu.

## 2 Das Projekt

Diese Arbeit fand im Rahmen eines grösseren Projektes statt, welches vor zwei Jahren ins Leben gerufen wurde. In diesem bewusst persönlich gehaltenen Kapitel möchte ich dieses Projekt kurz erläutern.

Im Sommer 2011 wurde mir die Problematik der erschwerten Fischwanderung bewusst, als ich am Sihlhölzliwehr in Zürich beobachten konnte, wie die Fische vergeblich versuchten das Hindernis zu überwinden. Zusammen mit einem Studenten aus dem Maschinenbaudepartement, Basil Weibel, entwickelte ich die Idee, das Hindernis, zumindest vorübergehend, durch eine Fischtreppe passierbar zu machen. Dazu entwarfen wir eine Fischtreppe, die freihängend innerhalb des Flussbettes das Hindernis überspannt, siehe Abbildung 1.

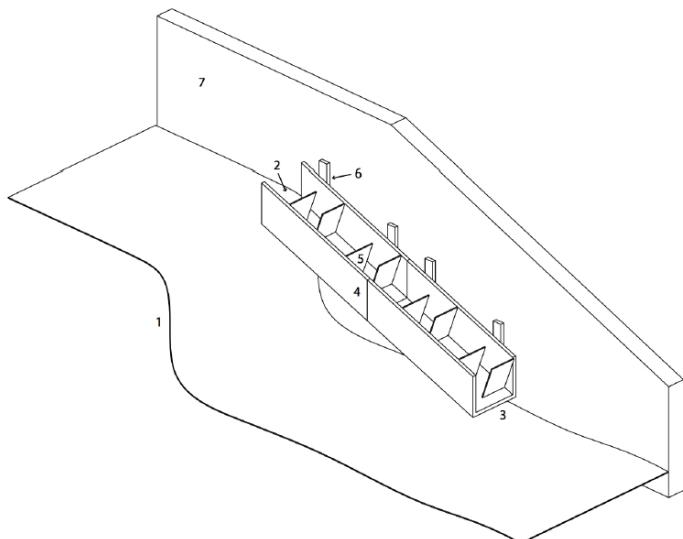


Abbildung 1: Skizze freihängender Fischpass gezeichnet von Basil Weibel, 2012

Fischpass zur Überwindung einer Stauhöhe (1) mit einem oberseitigen Wasser-Zulauf (2) und einem unterseitigen Wasser-Ablauf (3), der aus einem geneigten Wasserkanal (4) besteht und der Elemente zur Reduzierung der kinetischen Energie des Wassers (5) enthält. Der Kanal fällt direkt über die zu überwindende Stufe ab, ist grösstenteils freihängend und nur an wenigen Stellen (6) an der Struktur des zu umgehenden Wehres (7) befestigt, sodass er bis auf die Lagerpunkte eine vom Wehr und Boden unabhängige Struktur bildet.

Der Fischpass ist für jene Standorte besonders attraktiv, wo eine naturnahe Sanierung aufgrund der hohen Kosten zurückgestellt wird oder zu wenig Platz für bauliche Massnahmen verfügbar ist. Er kann als Übergangslösung eingesetzt werden, bis eine natürliche Aufhebung des Hindernisses realisiert wird. Der Anwendungsbereich umfasst jegliche künstliche Stufen, Schwellen und Abstürze in kleinen bis mittelgrossen Gewässern.

Um diese Idee auf ihre Tauglichkeit zu überprüfen, sollte ein Prototyp angefertigt und untersucht werden. Durch Ausdauer und viele Verhandlungen konnten letztendlich zahlreiche Partner für die Realisierung eines ersten Prototyps gewonnen werden. Das Amt

für Abfall, Wasser, Energie und Luft im Kanton Zürich (AWEL) sowie das Bundesamt für Umwelt (BAFU) sicherten uns ihre finanzielle und fachliche Unterstützung zu. Der World Wide Fund For Nature (WWF) Zürich unterstützt uns ebenfalls mit seiner Expertise. Für die Dimensionierung des Prototyps wurde von der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie an der ETH Zürich (VAW) eine Masterarbeit für einen Bauingenieur ausgeschrieben. Diese wurde von Thomas Gasser in enger Zusammenarbeit mit dieser Bachelorarbeit, welche die ökologischen Grundlagen für das Projekt erarbeitet, durchgeführt. Sie wurde Anfang Juli 2013 unter dem Titel „Entwurf eines provisorischen Fischpasses“ fertiggestellt. Die Bachelorarbeit wurde von dem Fischökologen Dr. Armin Peter, vom Wasserforschungs-Institut des ETH Bereichs (Eawag), betreut. Die beiden Arbeiten umfassen eine Standortauswahl im Kanton Zürich, die Dimensionierung eines Fischpasses (von Thomas Gasser) und das Erfassen der ökologischen Bedingungen vor Ort (von Eva Baier).

Fischtreppen sind bisher meist an Wasserkraftwerken im Einsatz und ziemlich massiv in ihrer Bauweise. Es ist bisher nicht bekannt, wie klein eine Fischtreppe minimal dimensioniert werden kann, damit die Fische sie noch durchschwimmen. Die Herausforderung dieses Projektes besteht vor allem darin, die Fischgängigkeit mit einer minimal dimensionierten Fischtreppe, und damit einem Minimum an Aufwand und Kosten, zu gewährleisten.

Nach Abgabe dieser zwei akademischen Arbeiten wird die Projektgruppe (Tabelle 1) entscheiden, wie und in welcher Form die vorgelegten Pläne umgesetzt werden.

*Tabelle 1: Zusammensetzung der Projektgruppe*

<b>Fachbereich</b>	<b>Name</b>	<b>Institution / Funktion</b>
Behörden	Heinz Hochstrasser	AWEL, Projektleiter, Betreuung Masterarbeit
	Dr. Andreas Hertig	ALN, Fischereiadjunkt
	Andreas Knutti	BAFU, Sektion Jagd, Fischerei, Waldbiodiversität, Leiter Fachbereich Fischerei
Bau	Dr. Martin Huber Gysi	BAFU, Sektion Jagd, Fischerei, Waldbiodiversität, Wiederherstellung Fischgängigkeit
	Dr. Volker Weitbrecht	VAW, Abteilungsleiter Flussbau
	Heinz Hochstrasser	AWEL, Projektleiter, Betreuung Masterarbeit
Ökologie	Nicola Lutz	VAW, Betreuung Masterarbeit
	Thomas Gasser	Student Bauingenieurswesen ETH, Masterarbeit
	Basil Weibel	Student Maschinenbau ETH, Initiant und Entwickler
Ökologie	Dr. Armin Peter	Eawag, Betreuung Bachelorarbeit
	Eva Baier	Studentin Umweltnaturwissenschaften ETH, Bachelorarbeit, Initiantin und Entwicklerin
	Thomas Amman	WWF, Abteilung Biodiversität, Projektleiter Riverwatch

## 3 Thematischer Hintergrund

### 3.1 Fischwanderung

**Definition Wanderung:** Nach Northcote (1987) ist eine Wanderung die gerichtete Bewegung zwischen zwei oder mehreren verschiedenen Habitaten, welche mit einer gewissen Periodizität auftritt und von der Mehrheit der Population durchgeführt wird. Dies beinhaltet die Rückkehr zum Ursprungsstandort, bei dem die Wanderung begonnen hat.

#### Gründe für die Wanderungen

Es gibt mehrere Gründe, warum die Fische wandern. Einer davon ist der Entwicklungszyklus, den alle in der Schweiz heimischen Fischarten durchlaufen. Um in ihrem jeweiligen Entwicklungsstadium die idealen Ressourcen und Lebensbedingungen vorzufinden, wandern die Tiere. Die Wanderungen können dabei je nach Funktion unterschieden werden (MUNLV, 2005):

##### 1. Laichwanderungen

Der Lebenszyklus einer neuen Fischgeneration beginnt mit der Eiablage und deren Befruchtung. Dazu werden, je nach Fischart, spezifische Lebensräume aufgesucht. Um diese zu erreichen, wandern die adulten Tiere von ihrem Winterhabitat flussaufwärts. Nachdem sich die so genannten „Dottersackbrütinge“, Jungtiere, die noch vom Dottersack ernährt werden, zu Larven entwickelt haben, wandern diese oder die weiterentwickelten kleinen Jungfische in Nahrungshabitate ab.

##### 2. Nahrungswanderungen

Die Nahrungshabitate decken sich nicht unbedingt mit den Laichhabitaten und so müssen sowohl die adulten Fische nach dem Ablaichen, als auch die Jungtiere nach ihrer Metamorphose, zwischen diesen Habitaten wandern. Häufig sind die Nahrungsbiotope strömungsberuhigter als die Laichhabitante, welche eine rasche Überströmung für die Sauerstoffversorgung der Eier benötigen. Zudem ist die Nahrung selbst häufig zeitlich und räumlich variabel im Fliessgewässer verteilt, was eine Anpassung der Fische bedingt.

##### 3. Überwinterungswanderungen

Viele Fischarten reduzieren bei tieferen Temperaturen ihre Aktivität. So ziehen sie sich im Winter häufig in Winterhabitante, welche strömungsberuhigter sind, zurück.

#### 4. Propagation

Fliessgewässer sind sehr dynamische Systeme, welche stets Veränderungen unterworfen sind. Um eine natürliche Wiederbesiedelung von verarmten Flussabschnitten zu gewährleisten, müssen die aquatischen Organismen sehr mobil sein. Ein Hochwasser kann zum Beispiel kurzfristig gewisse Flussabschnitte „auskämmen“, welche nach dem Hochwasserereignis erneut besiedelt werden müssen.

#### 5. Gegenstromwanderungen

Durch Abdrift, besonders der Larven und Jungtiere oder ausgelöst durch Hochwasserereignisse, erleben die Fischpopulationen eine flussabwärts gerichtete Populationsverschiebung. Durch Gegenstromwanderungen können sie diese Verluste ausgleichen und so eine mehr oder weniger gleichmässige Populationsverteilung über verschiedene Flussabschnitte gewährleisten.

Northcote (1978) fasst die Gründe für die Fischwanderungen in vier Strategien der Fische zusammen:

1. Optimierung der Nahrungsaufnahme
2. Flucht vor ungünstigen Bedingungen
3. Optimierung des Reproduktionserfolgs
4. Gründung von neuen Populationen

Zu den Strategien fand er drei funktionelle Habitate, zwischen denen Wanderungen stattfinden: das Überwinterungshabitat, das Nahrungshabitat und das Reproduktionshabitat. Abbildung 2 zeigt die verschiedenen Wanderungsmuster zwischen diesen Lebensräumen schematisch auf.

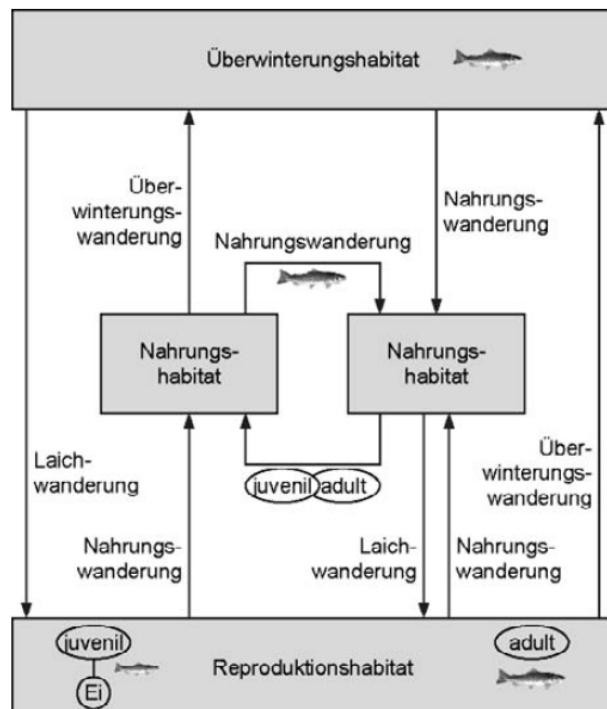


Abbildung 2: Fischwanderung nach Northcote (1978) aus DWA (2010)

In manchen Fällen überschneiden sich die Laichgebiete und die Nahrungshabitate der Fische und in anderen Fällen überschneiden sich die Überwinterungs- und die Nahrungshabitate. So gibt es je nach Fischart und äusseren Bedingungen verschiedene Kombinationen der zyklischen Wanderungsmuster. Gemeinsam haben sie alle, dass die Tiere irgendwann ihr Laichgebiet verlassen und dann im Laufe ihres Lebens wieder dorthin zurückkehren (Northcote, 1978).

## Die Wandertypen

Die Distanz, die bei den Wanderungen zurückgelegt wird, kann zwischen wenigen Metern und tausenden von Kilometern variieren (Northcote, 1987). Nach Baras & Lucas (2001) kann man daraus folgende drei Wanderungstypen unterscheiden:

**Ozeanodromie:** Wanderungen innerhalb der Meere (Salzwasser)

**Potamodromie:** Wanderungen innerhalb des Süßwassers

**Diadromie:** Wanderungen zwischen Meer und Süßwasser

Die diadrome Fischwanderung kann wiederum in drei weitere Klassen unterteilt werden und ist dabei unabhängig von der Länge der Wanderungen definiert (siehe auch Abbildung 3):

**anadrom:** Fortpflanzung im Süßwasser, Aufwuchsphase im Meer

Bsp: Atlantische Lachs (*Salmo salar*) (DWA, 2010)

**katadrom:** Fortpflanzung im Meer, Aufwuchsphase im Süßwasser

Bsp: Europäischer Aal (*Anguilla anguilla*) (DWA, 2010)

**amphidrom:** Regelmässiger Wechsel zwischen Meer und Süßwasser, bzw. Leben in der Brackzone

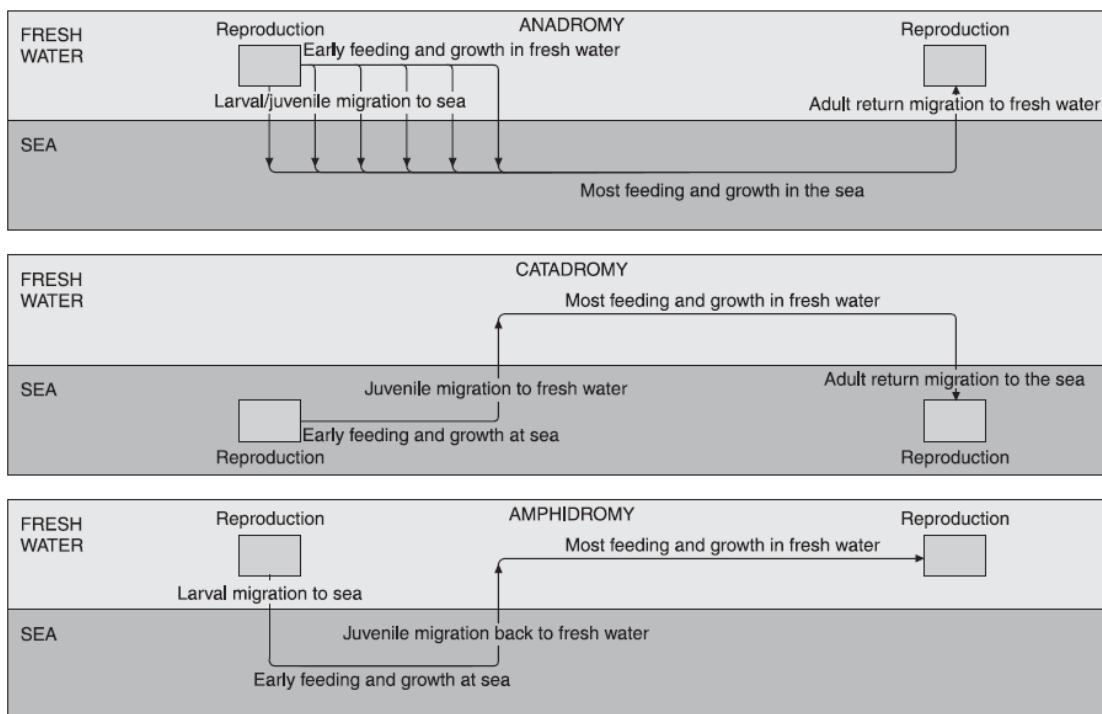


Abbildung 3: Schema der diadromen Wanderung nach Baras & Lucas (2001)

## Wanderfaktoren

Die Auslöser für die Fischwanderungen können sowohl externe als auch interne Faktoren sein (Baras & Lucas, 2001). Amman (2006) fasst die jeweiligen Faktoren aus verschiedenen Publikationen zusammen. Dabei zählt er als externe Faktoren die folgenden abiotischen Punkte auf: die Temperatur, die Wasserqualität, die Verfügbarkeit von Beute, die Vermeidung eines Räubers, das Klima bzw. das Licht, die Hydrologie und die Meteorologie. Als interne Faktoren hingegen nennt er die biotischen Faktoren wie ontogenetische Veränderungen, Hunger und der innere Drang des Fisches, an seinen Geburtsort zurückzukehren („Homing“ genannt). Grundsätzlich wird die Wanderung „immer von mehreren, komplex zusammenwirkende[n] Parameter[n] bestimmt“ (Arbeitsgruppe Fischaufstiegshilfen AG-FAH, 2011, S.12).

## Wanderzeiten

Grundsätzlich können flussaufwärtsgerichtete Fischwanderungen das ganze Jahr stattfinden. Je nach Fischregion (siehe Kapitel 5.1, Fischregion) geschieht dies mit saisonal unterschiedlicher Intensität (Zitek et al., 2007). Nach mündlicher Aussage von Dr. Armin Peter, Fischökologe an der Eawag, (26.03.2013) ist die Wanderung der Fische tem-

peraturabhängig. Je kälter es sei, desto inaktiver wären die Tiere. Die höchste Wanderaktivität sei daher von Mai bis Oktober. Da dies aber nur eine grobe „Faustregel“ ist, müssen künstliche Wanderhilfen für Fische an mindestens 300 Tagen im Jahr eine Funktionsfähigkeit aufweisen (DWA, 2010).

### 3.2 Die Schweizer Fischfauna

Da die Schweiz an kein Meer grenzt, gibt es in Schweizer Gewässern nur potamodrome und diadrome Fischarten (Ulmann, 1998). Die Einteilung der Fische nach Arten ist sehr schwierig und unterliegt daher einem ständigen Wandlungsprozess (Schweizerische Fischereiberatungsstelle FIBER, 2012). Die Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei (VBGF) definiert die Anzahl der in der Schweiz einheimischen Fischarten. Seit der letzten Revision 2011 beinhaltet die Verordnung eine Liste von 63 Arten und Unterarten (VBGF Anhang 1). Die Verordnung dient jedoch als praktisches Werkzeug für das Fischerei-Management und vereinfacht gewisse genetische Befunde: Forscher gehen von über 100 einheimischen Fischarten in der Schweiz aus (FIBER, 2012).

Der Artenrückgang der letzten Jahre ist gut dokumentiert. Vom Jahr 2007 auf das Jahr 2011 ist eine weitere Fischart ausgestorben, so dass aktuell von 63 einheimischen Arten insgesamt neun als ausgestorben gelten (Kirchhofer et al., 2007; VBGF Anhang 1). Alle Arten, die als *ausgestorben, vom Aussterben bedroht, stark gefährdet* oder *gefährdet* klassiert sind, sind in der roten Liste aufgeführt (Kirchhofer et al., 2007). Die totale Anzahl dieser „Rote-Liste-Arten“ blieb seit 2007 gleich (Kirchhofer et al., 2007; VBGF Anhang 1). Seit dem Jahr 2011 umfasst die Liste 51 % der Schweizer Fischfauna, wobei zu beachten ist, dass 13 % aufgrund einer zu geringen Datenlage nicht klassiert werden kann (VBGF Anhang 1).

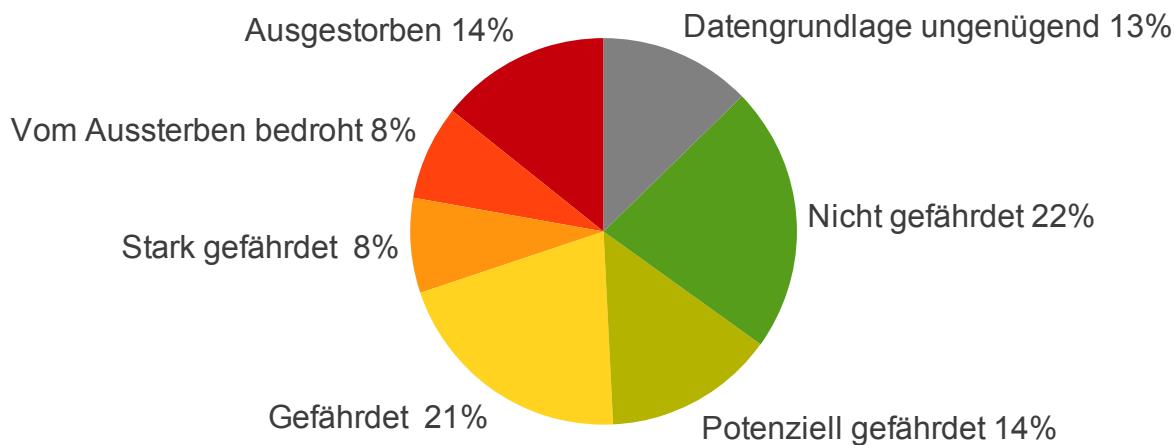


Abbildung 4: Gefährdung der Schweizer Fischfauna nach VBGF 2011

Aus der Abbildung 4 wird ersichtlich, dass 14 % der ursprünglich heimischen Fischfauna ausgestorben sind und insgesamt 51% der Arten vom Aussterben bedroht bzw. gefährdet sind. Zu den ausgestorbenen Arten zählen vor allem die Langdistanzwanderer aus dem Meer, sprich die diadromen Arten. Unzählige Barrieren verunmöglichen diesen Fischen, wie zum Beispiel dem atlantischen Lachs (*Salmo salar*), dem Stör (*Acipenser oxyrinchus*) oder den Maifischen (*Alosa alosa*) ihre Wanderungen bis in die Schweiz (FIBER, 2012). Nach Ulmann (1998) sind daher die meisten Fische in den Fliessgewässern der Schweiz potamodrom.

### Der Zustand der Schweizer Fliessgewässer

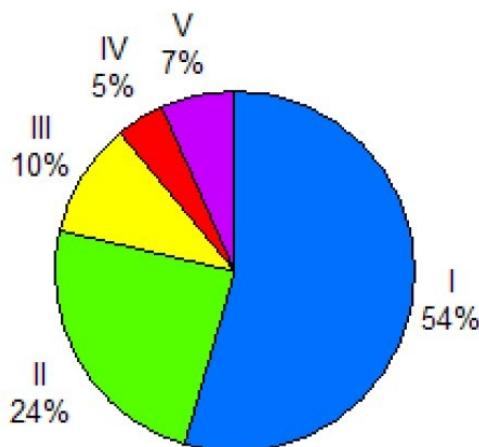
**Definition Ökomorphologie:** Nach Weissmann et al. (2009) umfasst der Begriff der Ökomorphologie neben der Beeinflussung durch den Menschen, auch die Beschaffenheit des Ufers, der Sohle, des Umlandes und die Vernetzung von Fliessgewässern.

Die Gründe für den Artenrückgang der Schweizer Fische sind vielfältig. Eine wichtige Rolle spielt die Veränderung des Lebensraumes der Wasserorganismen. Durch verschiedenste Eingriffe in die natürliche Dynamik der Fliessgewässer wird in der Schweiz schon seit mehr als hundert Jahren die Flusslandschaft enorm verändert. Wasserkraftnutzung, Begradiungen zur Landgewinnung, Bauten für den Hochwasserschutz und Verbauungen für die Infrastruktur führen dazu, dass die Flüsse in immer kleinere Abschnitte unterteilt werden (Weissmann et al., 2009). In einer Publikation vom BAFU haben der

Bund und die Kantone eine Gesamtübersicht über den ökomorphologischen Zustand der Schweizer Fliessgewässer veröffentlicht (Weissmann et al., 2009). Darin werden die Schweizer Fliessgewässer je nach Zustand klassiert und zur Veranschaulichung ist ein geographischer Längenvergleich angegeben (siehe Tabelle 2).

*Tabelle 2: Zustand der Schweizer Fliessgewässer, Weissmann et al. (2009)*

Klassierung	Zustand der Schweizer Fliessgewässer (Abbildung 5)	Geographischer Vergleich der Streckenlängen (Abbildung 6)	
		in Prozent und Kilometer	entspricht einer Strecke von der Schweiz :
I	natürlich bzw. naturnah	54% oder 35'000 km	über Australien bis New York, USA
II	wenig beeinträchtigt	24% oder 16'000 km	bis Adelaide, Australien
III	stark beeinträchtigt	10% oder 7'000 km	bis Ulan Bator, Mongolei
IV	künstlich bzw. natur-fremd	5% oder 3'000 km	bis zum Nordkap
V	eingedolt	7% oder 4'000 km	bis Usbekistan



*Abbildung 5: Ökomorphologischer Zustand der Schweizer Fliessgewässer aus Weissmann et al. (2009)*



*Abbildung 6: Geographische Vergleiche der Längen der Ökomorphologieklassen aus Weissmann et al. (2009)*

Demnach gelten über die Hälfte der Fließgewässer in der Schweiz als „naturnah“ und nahezu ein Viertel sind als „wenig beeinträchtigt“ kartiert. Für die Fische sind insbesondere die Klassen III-V problematisch, welche zusammen 22 % der gesamten Schweizer Fließgewässer ausmachen und vor allem im dicht besiedelten Mittelland auftreten (Weissmann et al., 2009).

Neben dem allgemeinen Zustand der Gewässer spielt die freie Durchgängigkeit für die Fische eine grosse Rolle. Diese beinhaltet neben der linearen Vernetzung entlang des Flusslaufes auch die laterale Vernetzung der Hauptgewässer mit kleineren Nebengewässern. Für die gesamte Schweiz sind 101'000 künstliche Hindernisse mit einer Höhe von mehr als 50 cm kartiert. Das sind im Durchschnitt 1,6 Hindernisse pro Gewässerkilometer. Je nach Fischart sind Abstürze und Stufen ab einer Höhe von 20 cm eine unüberwindbare Barriere. Zählt man diese kleineren Hindernisse auch noch dazu, steigt die Gesamtzahl beträchtlich an (Weissmann et al., 2009).

### 3.3 Das neue Gewässerschutzgesetz

Der problematische Zustand der Schweizer Gewässer wurde von der Politik aufgegriffen: Auf das Jahr 2011 fand eine Revision des Gewässerschutzgesetzes und der Gewässerschutzverordnung statt. Das Gesetz verpflichtet die Kraftwerksbetreiber, an ihren Bauwerken die Fischdurchgängigkeit zu gewährleisten (Art. 8-9 BGF). Doch zahlreiche Abstürze, Schwellen und Bachverbauungen liegen im Zuständigkeitsbereich der Kantone (Art. 7 BGF) und sind nur mit grossem Aufwand für Fische passierbar zu machen. Diese Arbeit beschäftigt sich ausschliesslich mit denjenigen Hindernissen, welche im Aufgabenbereich der Kantone liegen und somit von der direkten Wasserkraftnutzung (Kraftwerke und Staudämme selbst) ausgenommen sind .

Da die Mittel beschränkt sind, wurden vom BAFU als Unterstützung für die Prioritätensetzung bei der Revitalisierungsplanungen der Kantone 10'800 Gewässerkilometer und 50'000 künstliche Hindernisse, ab einer Höhe von 50 cm, als revitalisierungsbedürftig ausgewiesen. Diese bilden gemeinsam das sogenannte Revitalisierungspotenzial (Weissmann et al., 2009). Zur vollständigen Umsetzung der Revitalisierung wird von einem Zeithorizont von 80 - 120 Jahren ausgegangen (Göggel, 2012). Bereits bis Ende 2014 (Art. 41d Abs. 3 GschV) müssen die Kantone die Planung ihrer Revitalisierungsmassnahmen für die nächsten 20 Jahre beim Bundesamt für Umwelt einreichen (Art. 41d Abs. 2 GschV).

### 3.4 Fischaufstiegshilfen FAH

**Begriffserklärung:** In dieser Bachelorarbeit wird der Begriff FAH verwendet als Überbegriff für künstliche Bauwerke, welche die Fischdurchgängigkeit an Querbauwerken - Hindernisse wie Schwellen, Stufen, Staudämme oder Kraftwerke (Weissmann et al., 2009) - wieder herstellen. Dabei handelt es sich jeweils nur um den Fischaufstieg. Der Fischabstieg erweist sich zwar ebenfalls als sehr schwierig für die Tiere und stellt gerade an Kraftwerken noch eine grosse Herausforderung dar. Da es in dieser Arbeit aber lediglich um Stufen und Schwellen nicht aber um Kraftwerke und Staudämme geht, wird der Fischabstieg hier nicht weiter behandelt.

Bei FAHs kann man zwei unterschiedliche Grundprinzipien finden: „Technische Werke“ und „Naturnahe Werke“ (Hefti, 2012, S. 12). Zu den technischen Werken gehören verschiedene Fischpassstypen, umgangssprachlich auch „Fischtreppen“ genannt, wie der Beckenpass, der Schlitzpass, der Denilpass, der Borstenfischpass oder mechanische Vorrichtungen wie der Fischaufzug (MUNLV, 2005). Aufweitungen, Rampen und Umgehungsgerinne zählen hingegen zu den naturnahen Bauwerken (Hefti, 2012).

Als Beispiel für ein „Technisches Werk“ zeigt Abbildung 7 einen Schlitzpass, während in Abbildung 8 eine Blockrampe ein „Naturnahes Werk“ zu sehen ist.



Abbildung 7: Schlitzpass

Bildquelle <sup>a</sup>



Abbildung 8: Blockrampe

Bildquelle <sup>b</sup>

a Schlitzpass: Universität Kassel (2009). Fischpass2. Zugriff am 22.06.13, <http://www.uni-kassel.de/fb14/vpuw/photogallery/Lockstrom Bilder/Fischpass2.JPG>

b Blockrampe: Badische Zeitung, R.P. (2009). Zugriff am 22.06.13, <http://www.badische-zeitung.de/bad-krozingen/lebensraeume-im-neumagen-werden-vernetzt--22221239.html>

Das Prinzip der Fischaufstiegshilfen ist stets dasselbe: Den Fischen - und auch anderen Wasserorganismen - soll die freie Wanderung flussaufwärts, respektive die gefahrlose Überwindung eines Hindernisses, ermöglicht werden. Die Tiere suchen in den Gewässern aktiv einen Durchgang, den sie überwinden können und orientieren sich dabei an der Strömung. Mit einer Lockströmung am Fusse des Hindernisses kann man die Fische in das für sie errichtete Bauwerk locken. So wird das natürliche Verhalten von aufwärtschwimmenden Tieren bei der Konstruktion einer FAH berücksichtigt (Hefti, 2012).

Grundsätzlich sollten die Fischaufstiegshilfen von allen Fischarten in all ihren verschiedenen Entwicklungsstadien genutzt werden können. In der Praxis ist dies jedoch kaum realisierbar (Hefti, 2012). Dr. Armin Peter kommentiert die Folge dieser Situation mit folgender Aussage: „Jedes Hindernis ist eine Selektionsbarriere für die Fischfauna“ (mündliche Mitteilung, 13.06.2013).

### **3.5 Diskussion zu den Lösungen an kleinen Querbauwerken**

Für die Fische und das gesamte Ökosystem Fluss ist der Rückbau der Durchgangshindernisse die beste Lösung, um eine intakte Vernetzung der Gewässer für alle Organismen zu erreichen (MUNLV, 2005). Dabei muss „die künftige hydraulische und morphologische Entwicklung des betroffenen Gewässerabschnittes“ (MUNLV, 2005, S.109) unbedingt überprüft werden. Eine mögliche Lösung ist der Bau von Fisch-Rampen, welche als sehr naturnahe FAHs gelten und nach dem Erstellen geringe Wartungsarbeiten mit sich bringen (MUNLV, 2005). Die Erstellung ist allerdings sehr teuer und aufwändig, da Fisch-Rampen massive bauliche Veränderungen innerhalb des Flusses mit sich bringen. Eine weitere Lösung sind Umgehungsgerinne, welche aber eine grosse Bodenfläche beanspruchen und in gewissen Fällen, wie z.B. in einem Dorfkern, aufgrund von Sachzwängen nicht möglich sind. Fischtreppen sind in der Schweiz bisher vorwiegend an Kraftwerken im Einsatz. Sie entsprechen lediglich den spezifischen Bedürfnissen von Kraftwerkshindernissen und können bei den zahlreichen kleinen Hindernissen aufgrund ihrer momentanen Bauweise nicht eingesetzt werden bzw. ihre Kosten sind an diesen Stellen unverhältnismässig.

Erschwerend für die Realisierung der Fischdurchgängigkeit kommt die sehr grosse Anzahl der Hindernisse hinzu. Über eine Zeitspanne von 100 Jahren, müssten ab heute jedes Jahr 500 Stufen beseitigt werden, um allein die priorisierten Durchgangshindernisse zurückzubauen (Weissmann et al., 2009).

Aufgrund der Tatsachen, dass es sehr viele Hindernisse gibt, Revitalisierungen lange Planungs- und Bauhorizonte mit sich bringen sowie sehr hohe Kosten verursachen, und

die Schweizer Wanderfische schon heute stark im Begriff des Rückgangs sind (siehe Kapitel 3.2: Die Schweizer Fischfauna), ist die Idee eines neuen Lösungsansatzes entstanden: Der Bau eines provisorischen Fischpasses, der eine eigenständige Struktur aufweist, modular aufgebaut ist und daher ohne grosse bauliche Veränderungen am Hindernis angebracht und auch wieder entfernt werden kann (siehe Kapitel 2: Das Projekt). Dabei soll er zudem kostengünstig sein, um so an vielen Standorten als eine geeignete und attraktive Lösung realisiert werden zu können..

## 4 Die Standortevaluation

Für die Realisierung des Prototyps eines neuartigen Fischpasses an einem Durchgangshindernis nannte das AWEL sieben Standorte im Kanton Zürich, an welchen bisher keine Lösung für die Fischwanderung gefunden worden ist. In Zusammenarbeit mit der Masterarbeit wurde eine Standortevaluation durchgeführt, um einen passenden Untersuchungsort für die Umsetzung des Prototyps zu finden. Die ökologischen Untersuchungen bestanden in der Analyse der Artenzusammensetzung in den Gewässern und der Vernetzung des gesamten Gewässerabschnittes. In den bauingenieurtechnischen Untersuchungen wurde die Machbarkeit der technischen und baulichen Umsetzung des Prototyps vor Ort geprüft.

### 4.1 Übersicht der Standorte

Die Karten sind Auszüge aus der Landeskarte 1:25'000 des Bundesamt für Landestopographie swisstopo (Zugriff am 26.01.13, <http://map.geo.admin.ch/>). Mit einem roten Kreuz ist jeweils das Hindernis markiert.

**Aabach, Niederuster I (694 957 / 244 912)**

Abbildung 9: Karte Niederuster mit Standort Aabach I,  
(c) 2013 swisstopo (JD100042 / JA100120)



Abbildung 10: Foto Standort Aabach I, eigene Aufnahme (19.02.2013)

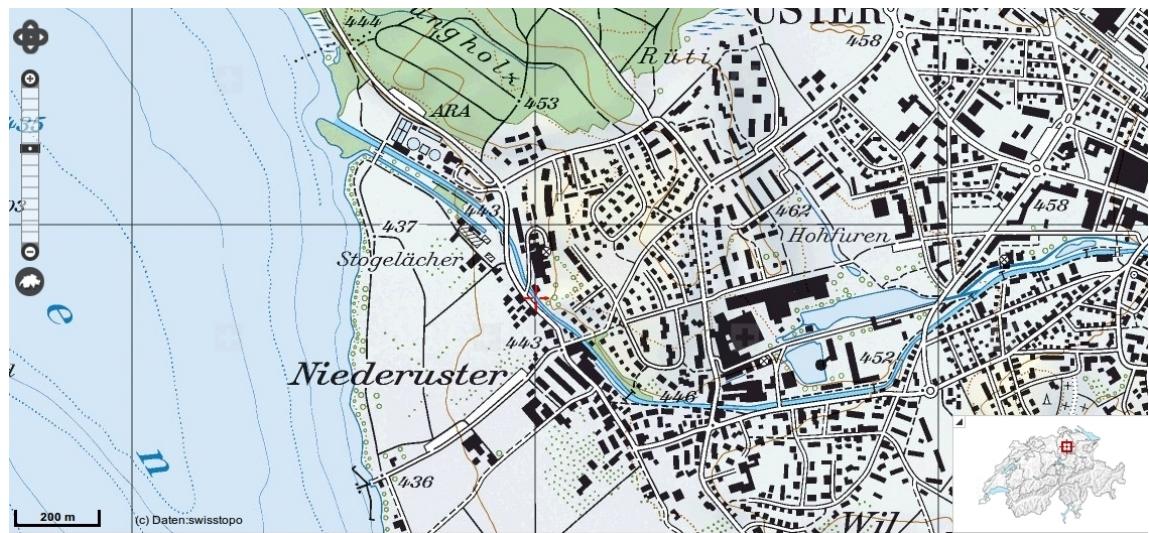
**Aabach, Niederuster II (695 002 / 244 818)**

Abbildung 11: Karte Niederuster mit Standort Aabach II,  
(c) 2013 swisstopo (JD100042 / JA100120)



Abbildung 12: Foto Standort Aabach II, eigene Aufnahme (19.02.2013)

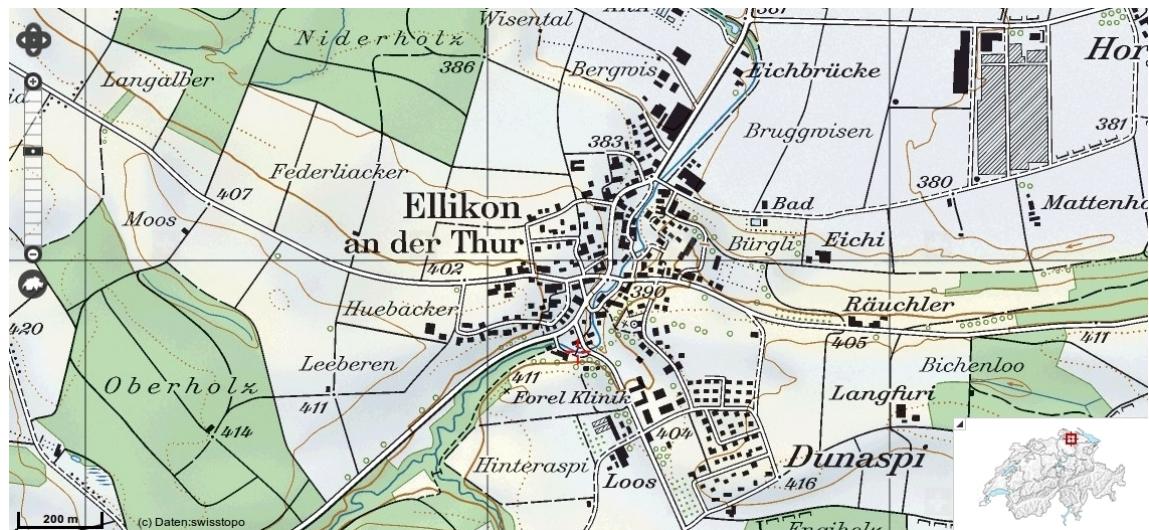
**Ellikerbach, Ellikon an der Thur I (704 224 / 268 774)**

Abbildung 13: Karte Ellikon an der Thur mit Standort Ellikerbach,  
(c) 2013 swisstopo (JD100042 / JA100120)



Abbildung 14: Foto Standort Ellikerbach, Thomas Gasser (26.02.2013)

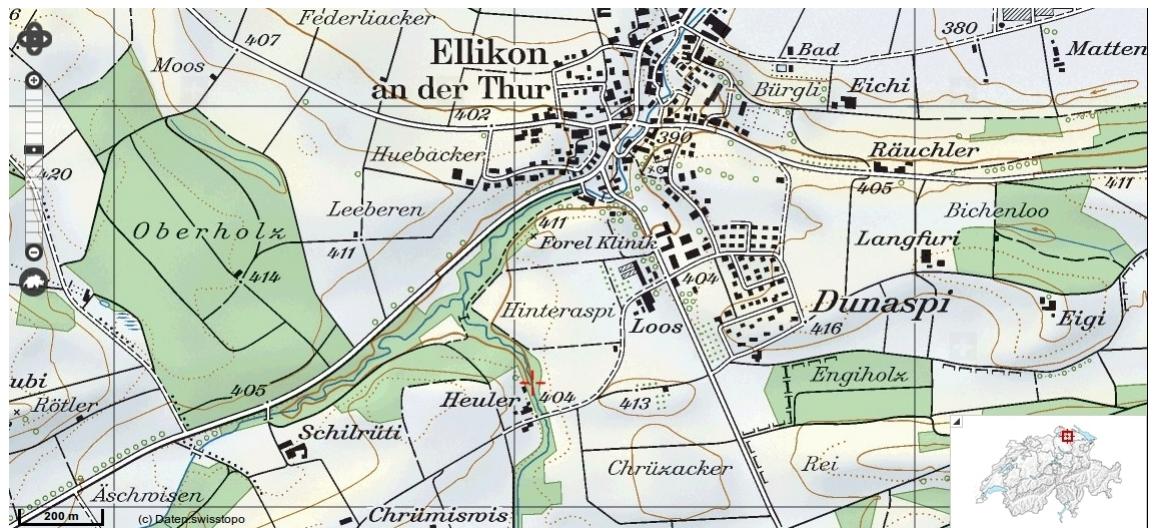
**Kefikerbach, Ellikon an der Thur II (704 045 / 268 310)**

Abbildung 15: Karte Ellikon an der Thur mit Standort Kefikerbach,  
(c) 2013 swisstopo (JD100042 / JA100120)



Abbildung 16: Foto Standort Kefikerbach, Thomas Gasser (26.02.2013)

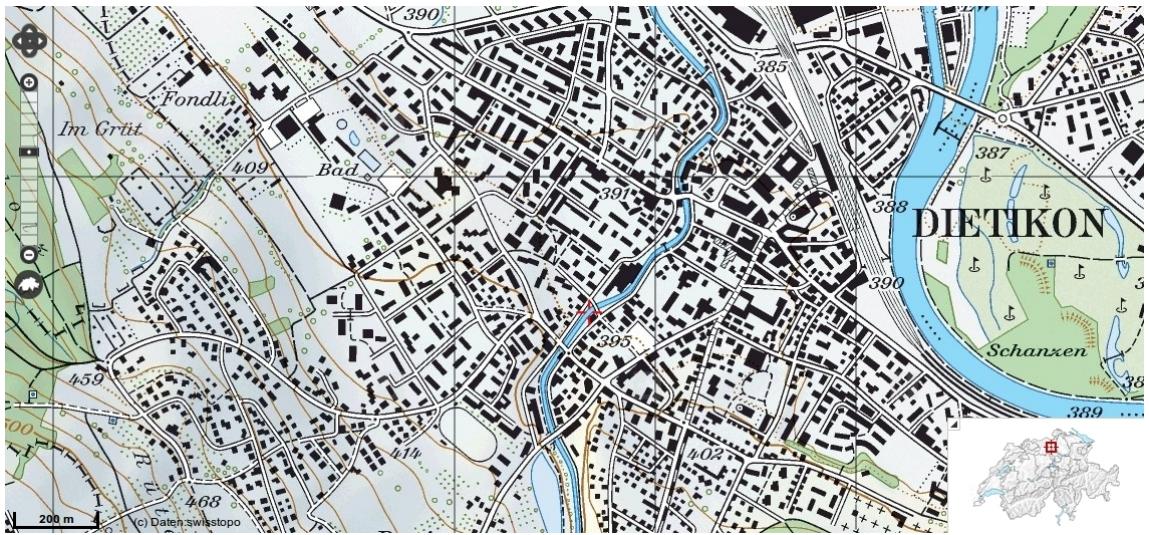
**Reppisch, Dietikon I (672 335 / 250 660)**

Abbildung 17: Karte Dietikon mit Standort Reppisch I,  
(c) 2013 swisstopo (JD100042 / JA100120)



Abbildung 18: Foto Standort Reppisch I, eigene Aufnahme (19.02.2013)

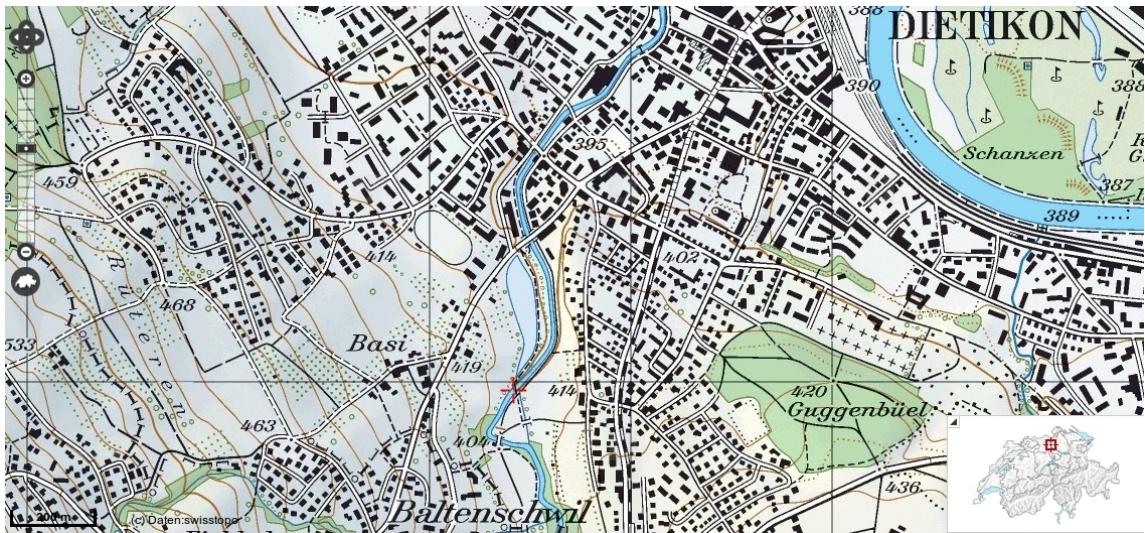
**Reppisch, Dietikon II (672 208 / 249 977)**

Abbildung 19: Karte Dietikon mit Standort Reppisch II,  
(c) 2013 swisstopo (JD100042 / JA100120)



Abbildung 20: Foto Standort Reppisch II, eigene Aufnahme (19.02.2013)

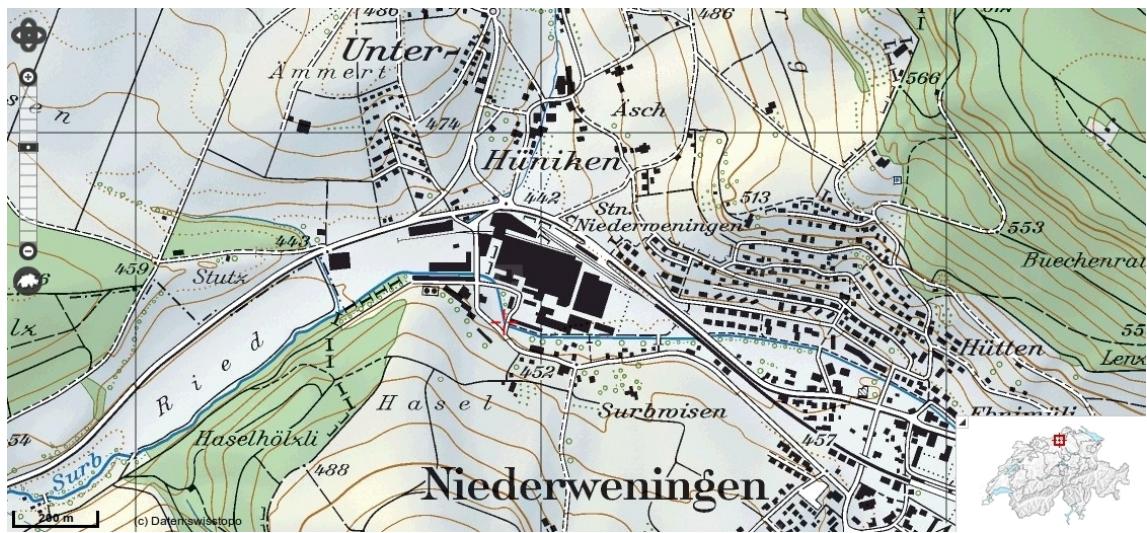
**Surb, Niederweningen (669 908 / 262 530)**

Abbildung 21: Karte Niederweningen mit Standort Surb

(c) 2013 swisstopo (JD100042 / JA100120)



Abbildung 22: Foto Standort Surb, eigene Aufnahme (19.02.2013)

Während den Untersuchungen für die ersten sieben Standorte wurden noch vier weitere Standorte in die Diskussion mit eingebracht und in der Nutzwertanalyse (Kapitel 4.4) berücksichtigt:

- Oberuster, Aabach III (697 899 / 244 585)
- Oberuster, Aabach IV (698 466 / 244 628)
- Chatzenbach, Turbenthal (706 591 / 254 675)
- Chatzenbach, Oberhofen (708 559 / 254 654)

## 4.2 Anzahl Fischarten

In der Nutzwertanalyse (Kapitel 4.4) wurde der Standort mit dem höchsten Potential eruiert, an dem der Prototyp realisiert wird. Die Anzahl der Fischarten in den jeweiligen Gewässern ging dabei mit 40% in die Gesamtbewertung der Ökologie für die Berechnung des höchsten Potentials ein.

Gemäss der Publikation *Neuer Fischatlas des Kantons Zürich* (Straub, 2010) wurde die Anzahl der Fischarten an den jeweiligen Standorten in Tabelle 3 zusammengefasst. Hellgrün markiert sind für jeden Standort die Fischarten, die vorkommen (gestaffelt nach „einige“, „mehrere“, „viele“), gelb sind die Fischarten, die in einem nah gelegenen Gewässer direkt bei der Einmündung des untersuchten Flusses vorkommen und rot sind die Arten, die nicht an dem jeweiligen Standort gefunden wurden. Das nächstgelegene grösste Gewässer flussabwärts (gelbe Felder) bei den Standorten ist beim Aabach I und II der Greifensee, bei der Reppisch I und II die Limmat und beim Kefikerbach der Ellikerbach.

Die zwei Standorte am Aabach und die zwei Standorte an der Reppisch weisen mit 11 verschiedenen Arten mit Abstand die grösste Artenanzahl auf. An diesen vier Standorten besteht ein recht hohes ökologisches Potential (siehe Ökologische Kriterien in Kapitel 4.4). Dieses Potential ist einerseits durch die vorhandene Fischdiversität im Aabach bzw. der Reppisch gegeben, andererseits wird es dadurch erhöht, dass sowohl im Greifensee als auch in der Limmat noch zahlreiche weitere Fischarten vorkommen. Diese haben die Möglichkeit, durch eine verbesserte Fischgängigkeit im Aabach bzw. in der Reppisch wieder in die beiden Flüsse aufsteigen zu können. Im Ellikerbach kommen hingegen nur noch halb so viele Fischarten vor. Der untersuchte Standort befindet sich jedoch auch um einige Hindernisse entfernt vom nächst grösseren Gewässer (Thur), als bei den vier Standorte in Niederuster und Dietikon. Die vielen Hindernisse im Ellikerbach haben negative Auswirkungen auf die Biodiversität. Dies zeigt sich im Befund, dass die einzige Fischart, von der es „viele“ am Standort im Ellikerbach gibt, der Aal ist. Aale sind

bekannt dafür, dass sie am besten mit den zahlreichen Hindernissen der verbauten Flüsse zurecht kommen. Immerhin ist der Aal die einzige noch nicht ausgestorbene diadrome Fischart in der Schweiz (VBGF Anhang 1). Der Kefikerbach ist ein sehr kleines Gewässer und fliesst seinerseits wieder in den Ellikerbach. Er ist im *Neuen Fischatlas des Kantons Zürich* (Straub, 2010) nicht genau eingezeichnet, daher sind die Angaben zu diesem Bach sehr ungenau. Die wenigsten Arten kommen in der Surb vor: Nur noch die Bachforelle wurde dort kartiert.

Tabelle 3: Fischartenzusammensetzung der Standorte, eigene Arbeit mit Daten aus Straub (2010)

Fischart	1 Aabach, Uster I	2 Aabach, Uster II	3 Ellikerbach, Ellikon a.d. Thur I	4 Kefikerbach, Ellikon a.d. Thur II	5 Rappisch, Dietikon I	6 Reppisch, Dietikon II	7 Surb, Niederweningen
Seeforelle	im Greifensee, einzelne	im Greifensee, einzelne	-	-	-	-	-
Felchen	im Greifensee, mehrere	im Greifensee, mehrere	-	-	-	-	-
Bachforelle	Einzelne – mehrere	Einzelne – mehrere	einzelne	Einzelne	mehrere	mehrere	viele
Regenbogenforelle	-	-	-	-	-	-	-
Seesaibling	-	-	-	-	-	-	-
Bachsibling	-	-	-	-	-	-	-
Äsche	-	-	-	-	in der Limmat, mehrere	in der Limmat, mehere	-
Hecht	mehrere	mehrere	-	-	Mehrere – viele	viele	-
Egli	einzelne	im Greifensee, viele	-	-	viele	viele	-
Barbe	einzelne	einzelne	-	-	einzelne	einzelne	-
Karpfen	mehrere	mehrere	-	-	Mehrere – viele	viele	-
Schleie	mehrere	mehrere	einzelne	(einzelne im Ellikerbach)	viele	viele	-
Nase	-	-	-	-	einzelne in der Limmat	einzelne in der Limmat	-
Alet	mehrere	mehrere	mehrere	(mehrere im Ellikerbach)	einzelne	einzelne	-
Hasel	im Greifensee, einzelne	im Greifensee, einzelne	-	-	-	viele	-
Laube	im Greifensee, einzelne	im Greifensee, einzelne	-	-	-	-	-
Schneider	-	-	-	-	in der Limmat, einzelne	-	-
Rotauge	mehrere	mehrere	-	-	viele	-	-
Rotfeder	im Greifensee, mehrere	im Greifensee, mehrere	-	-	viele	mehrere	-
Brachsmen	im Greifensee, viele	im Greifensee, viele	-	-	viele	-	-
Blikke	im Greifensee, mehrere	im Greifensee, mehrere	-	-	-	-	-
Trüsche	im Greifensee, mehrere	im Greifensee, mehrere	-	-	in der Limmat, einzelne	in der Limmat, einzelne	-
Schmerle/Bartgrundel	viele	viele	mehrere	mehrere	einzelne	einzelne	-
Gründling	viele	viele	-	-	in der Limmat, einzelne	in der Limmat, einzelne	-
Elritze	-	-	einzelne	(einzelne im Ellikerbach)	-	-	-
Bitterling	-	-	-	-	-	-	-
Aal	einzelne	einzelne	viele	(viele im Ellikerbach)	in der Limmat, einzelne	in der Limmat, einzelne	-

### 4.3 Längsvernetzung

Die Längsvernetzung gibt an, wie weit eine freie Fischwanderung flussaufwärts und flussabwärts stattfinden kann. An den Standorten wurde die Längsvernetzung aufgrund der GIS-Karten des Kantons Zürich eruiert (Zugriff am 05.03.13, <http://maps.zh.ch>), respektive vom Kanton Thurgau (Amt für Geoinformation, erhalten am 06.03.13) sowie vom Kanton Aargau (BVUALG, erhalten am 14.03.13) übermittelt.

In die Nutzwertanalyse (siehe Kapitel 4.4) ging die Anzahl der Hindernisse mit insgesamt 35% in die Gesamtbewertung der Ökologie für die Berechnung des höchsten Potentials ein. Dabei wurden nochmals die Höhe des Hindernisses und die Lage (unterstrom oder oberstrom) getrennt gewichtet. Die Bewertung der Anzahl Hindernisse ist unter *Ökologische Kriterien* in Kapitel 4.4 zu finden.

In Tabelle 4 sind die Hindernisse unterstrom (flussabwärts) und oberstrom (flussaufwärts) ab den jeweiligen Standorten aufgelistet. *Bsp Aabach I: vom Greifensee bis zu diesem Hindernis gibt es zwei Abstürze bis 70 cm Höhe und 2 Abstürze über 70cm resp. 2 Sohlrampen bis 70 cm.* Im Anhang A.1 ist die detaillierte Auflistung der Hindernisse zu finden. Bei der Sitzung am 04.03.2013 wurde in der Projektgruppe beschlossen, die Standorte Kefikerbach und Aabach II wegzulassen, aber noch Aabach III mitaufzunehmen. Die Begründungen für die Untersuchung der einzelnen Standorte finden sich ebenfalls bei der Nutzwertanalyse in Kapitel 4.4.

*Tabelle 4: Ökomorphologie: Übersicht der Hindernisse pro Standort, eigene Arbeit beruhend auf Daten der GIS-Karten des Kantons Zürich*

Standort		# Abstürze bis 70cm	# Abstürze über 70cm + Sohlrampe bis 70cm	
Aabach I	unterstrom	2	2	ab Greifensee
	oberstrom	6	8	ca. 2 km bis zur oberen Befischungsgrenze vom 14.07.2010, siehe Anhang C
Aabach III	unterstrom	17	9	ab Greifensee
	oberstrom	4	4	ca. 2 km bis zur Gemeindegrenze Uster
Reppisch I	unterstrom	0	0	ab Limmat
	oberstrom	1	3	ca. 800 m bis Standort II
Reppisch II	unterstrom	1	3	ab Limmat
	oberstrom	3	0	ca. 2 km bis Zufluss Aegertenbach
Ellikerbach	unterstrom	3	3	ab Thur
	oberstrom	7	1	ca. 1 km bis Gemeindegrenze Ellikon an der Thur
Surb	unterstrom	3	0	ca. 3 km bis Hindernis 11 aus Revitalisierungsplan des Kantons Aargau
	oberstrom	4	0	ca. 2 km bis Gemeindegrenze Niederweningen

Der Aabach weist vom Greifensee bis zur Gemeindegrenze Uster die meisten Hindernisse auf. Dies verringert sein Potential für eine intakte Vernetzung. Allerdings befindet sich der Standorte Aabach I nah am fischreichen Greifensee und bietet sich somit für die Realisierung des Prototyps an. Die Reppisch weist wesentlich weniger Hindernisse auf und der Standort Reppisch I ist das erste Hindernis von der Limmat flussaufwärts. Diese Situation entspricht dem Idealfall für die Realisierung des Prototyps, da an diesem Standort mit einer hohen Fischdiversität gerechnet werden kann. Der Standort am Ellikerbach hingegen weist einige Hindernisse bis zur Thur auf, aber weniger als die Aabachstandorte bis zum Greifensee. Die Surb weist auch weniger und kleinere Hindernisse auf als die Standorte am Aabach oder an der Reppisch. Im Kanton Aargau findet momentan eine grossräumige Revitalisierung der Surb statt: 11 Hindernisse werden beseitigt (Nanina Blank, schriftliche Mitteilung, 14.03.2013), wodurch längerfristig hier ein hohes Vernetzungspotential besteht.

## 4.4 Nutzwertanalyse

Für die Nutzwertanalyse wurden alle bisher besprochenen Standorte auf ökologische und bauliche Kriterien untersucht. Damit eine Umsetzung des Projektes möglich ist, steht die Realisierung des Prototyps im Vordergrund. Daher wurden für die Gesamtbewertung die Kriterien für den Bau zu 60 % gewertet und die ökologischen zu 40 %. Alle Daten der Nutzwertanalyse finden sich in Anhang B.

### Ökologische Kriterien

#### Anzahl Fischarten:

- Annahme: Je mehr Fischarten, desto besser. Für den Prototyp ist es wichtig nachweisen zu können, dass möglichst viele Fischarten ihn finden und durchwandern, daher ist eine grosse Diversität von Vorteil.

#### Anzahl Hindernisse:

- Annahme 1: Je mehr Hindernisse, desto schlechter für die Fische. Diese Annahme ist nur bedingt gültig, da ein Hindernis reichen kann, um den gesamten oberen Flusslauf für die Fische unerreichbar zu machen.
- Annahme 2: Je höher das Hindernis, desto schlechter für die Fische. Dies gilt ebenso nur eingeschränkt. Je nach Fischart kann auch ein kleines Hindernis unüberwindbar sein.

- Annahme 3: Stufen mit einer Höhe von über 70 cm weisen dieselbe Barriere für die Tiere auf wie eine Sohlrampe bis 70 cm Höhenunterschied. Diese Annahme hat sich als nicht korrekt erwiesen. Laut Armin Peter ist ein Sohlrampe durchgängiger als eine Stufe von 70 cm Höhe (schriftliche Mitteilung, 16.07.2013). Diese Erkenntnis lag zur Zeit der Erstellung der Nutzwertanalyse noch nicht vor.
- Annahme 4: Die Anzahl Hindernisse oberstrom ist weniger wichtig als die Anzahl Hindernisse unterstrom. Für den Nachweis der Funktionsfähigkeit des Prototyps kommt es nicht auf die Stufen oberhalb an. Bei zukünftigen Realisierungen ist es zu empfehlen das Vernetzungspotential durch die Flussstrecke, die mit dem Bau einer Fischtreppe erschlossen wird, stärker zu gewichten.

### Fliessgeschwindigkeiten ober- und unterstrom

- Annahme: Je schneller das Wasser fliest, desto schlechter für die Fische. Diese Annahme ist ebenfalls nicht haltbar, da die Fische artspezifische Vorlieben haben, die nicht pauschalisiert werden können. Zudem wurden die Geschwindigkeiten nicht gemessen, sondern nur grob per Auge abgeschätzt. Beachtet wurde die Fliessgeschwindigkeit aus dem Grund, da sie bei rampenähnlichen Strukturen, besonders oberhalb von Hindernissen, die Wanderung erheblichen beeinflussen kann.

*Tabelle 5: Absolute und relative Gewichtung der ökologischen Kriterien, eigene Arbeit Thomas Gasser & Eva Baier 2013*

	Gewichtung	
	relativ	absolut
	[%]	[%]
Anzahl Fischarten	40	16.0
Stufen unterstrom bis 70 cm	8	3.2
Stufen unterstrom über 70 cm + Sohlrampen bis 70 cm	12	4.8
Stufen oberstrom bis 70 cm	6	2.4
Stufen oberstrom über 70 cm + Sohlrampe bis 70 cm	9	3.6
hohe Fliessgeschwindigkeit ober- und / oder unterstrom	25	10.0
	Summe	100
		40

Tabelle 5 stellt die einzelnen Kriterien und ihre relative sowie absolute Gewichtung dar. Die Anzahl Fischarten wird dabei am höchsten bewertet, danach die Vernetzung des Gewässers und einen kleinen Teil trägt noch die Fliessgeschwindigkeit des Gewässers am Hindernis bei.

### **Bauliche Kriterien**

Genauere Angaben zu den baulichen Kriterien und Gewichtungen finden sich in Anhang B.2, sowie in der Masterarbeit von Thomas Gasser.

### **Die untersuchten Standorte:**

- Aabach I, Niederuster (694 957 / 244 912)
- Aabach II, Niederuster, Kraftwerk Turicum Areal (695 002 / 244 818)
- Aabach, Restaurant Linde, Oberuster (697 899 / 244 585)
- Aabach, Trümpler Areal, Oberuster (698 466 / 244 628)
- Reppisch I, Dietikon (672 335 / 250 660)
- Reppisch II, Dietikon (672 208 / 249 977)
- Ellikerbach, Ellikon an der Thur (704 334 / 268 967)
- Kefikerbach, Ellikon an der Thur (704 045 / 268 310)
- Surb, Bucher Areal, Niederweningen (669 908 / 262 530)
- Chatzenbach, Turbenthal (706 591 / 254 675)
- Chatzenbach, Oberhofen (708 559 / 254 654)

### **Ausschlusskriterien**

- Zugang bei Bau und Unterhalt unmöglich.
- Nächst höher gelegenes Querbauwerk kann von Fischen nicht überwunden werden. Der für aufsteigende Fische erschlossene Flussabschnitt ist dadurch sehr kurz.
- Das Überwinden von beweglichen Wehren oder Wehrklappen ist zu kompliziert.
- Es ist leicht ersichtlich, dass eine andere Sanierungsmassnahme einfach angewandt werden kann und zweckmässiger ist.
- Natürliche Abstürze sollen für Fische weiterhin unpassierbar bleiben.

### **Aufgrund dieser Ausschlusskriterien würden folgende Standorte entfallen:**

- **Aabach I:** Lediglich 100 m oberhalb liegt das unpassierbare Kraftwerk Turicum (Aabach II).

- **Aabach II:** Die Stufe ist eine überströmbar Wehrklappe des Kleinkraftwerks Turicum Areal.
- **Aabach, Trümpler-Areal:** Es bietet sich der Einbau einer aufgelösten Blockrampe an (Thomas Gasser, schriftliche Mitteilung, 04.03.2013).
- **Ellikerbach:** Die Stufe ist gemäss Markus Breu, Tiefbauamt Ellikon an der Thur, natürlich (Telefonat vom 14.03.2013).
- **Kefikerbach:** Die Stufe ist nicht zugänglich. Zudem ist das Bauwerk in einem solch schlechten Zustand, dass eine Sanierung oder der Rückbau in nächster Zeit in Angriff genommen werden muss.
- **Chatzenbach:** Die Absturzhöhen sind gering. Es bietet sich ein Einbau von aufgelösten Blockrampen an. Der materielle sowie zeitliche Aufwand wäre klein.

Da es sich um ein Pilotprojekt handelt und in erster Linie die Funktionstüchtigkeit des Prototyps geklärt und nicht möglichst viel Lebensraum gewonnen werden soll, wurde von der Projektgruppe beschlossen, den Standort Aabach I nicht auszuschliessen, obwohl dies nach den oben definierten Ausschlusskriterien geschehen wäre.

Tabelle 6 zeigt die Ergebnisse der Nutzwertanalyse der Standorte. Dabei wurde für jeden Standort ein Erwartungswert und ein Nutzwert ermittelt. Der Erwartungswert gibt wieder, wie gut der Standort das jeweilige Unterziel erreicht. In Anhang B.1 und B.2 sind die einzelnen Kriterien mit ihren Definitionen zu finden. Der Nutzwert setzt sich zusammen aus der Multiplikation des Erwartungswertes und der absoluten Gewichtung.

Zusammen mit dem Standort Reppisch I ging der Standort Aabach I als Favorit aus der Nutzwertanalyse hervor. Dieses Ergebnis wurde einerseits abgeglichen mit den Einschätzungen der Betriebsleiter der Gewässerunterhaltsgruppen (ebenfalls in Anhang B, Tabelle B.4) und andererseits innerhalb der Projektgruppe mit allen Beteiligten diskutiert. Die beiden Favoriten wurden daraufhin nochmals genauer untersucht. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen finden sich im Anhang B.5. Aufgrund dieser Vorlage entschied die Projektgruppe, den Prototyp am Aabach I in Niederuster zu realisieren.

Tabelle 6: Nutzwertanalyse, eigene Arbeit Thomas Gasser &amp; Eva Baier 2013

**Einfache Nutzwertanalyse**

[Girmschid G. (2011): Bauproduktionsprozesse des Tief- und Hochbaus, 3. Auflage, Institut für Bau- und Infrastrukturmanagement (IBI) an der ETH Zürich, Zürich]

Hauptziel	Gewichtung absolut [%]	Unterzielkriterium	Gewichtung relativ [%]	Reppisch I		Reppisch II		Surb		Aabach I		Aabach Rest. Linde		
				EW	NW	EW	NW	EW	NW	EW	NW	EW	NW	
<b>Ökologie</b>	40	Anzahl Fischarten	40	16.0	1.00	16.00	1.00	16.00	0.20	3.20	1.00	16.00	1.00	16.00
		Stufen unterstrom bis 70cm	8	3.2	1.00	3.20	1.00	3.20	0.80	2.56	0.80	2.56	0.20	0.64
		Stufen unterstrom über 70cm + Sohlrampen bis 70cm	12	4.8	1.00	4.80	0.60	2.88	1.00	4.80	0.80	3.84	0.20	0.96
		Stufen oberstrom bis 70cm	6	2.4	0.80	1.92	0.60	1.44	0.60	1.44	0.40	0.96	0.60	1.44
		Stufen oberstrom über 70cm + Sohlrampe bis 70cm	9	3.6	0.60	2.16	1.00	3.60	1.00	3.60	0.20	0.72	0.60	2.16
		hohe Fliessgeschwindigkeit ober- und/oder unterstrom	25	10.0	1.00	10.00	1.00	10.00	0.20	2.00	1.00	10.00	0.20	2.00
			Summe	100	40									
<b>Bau</b>	60	Zugang zum Gewässer	18	10.8	0.40	4.32	0.20	2.16	0.40	4.32	0.60	6.48	0.80	8.64
		Zustand des bestehenden Bauwerks	7	4.2	0.60	2.52	0.60	2.52	0.60	2.52	0.80	3.36	0.60	2.52
		Auffindbarkeit für Fische	15	9.0	0.60	5.40	0.60	5.40	1.00	9.00	1.00	9.00	0.40	3.60
		Geometrie der Überfallkante	5	3.0	1.00	3.00	0.80	2.40	0.40	1.20	0.80	2.40	0.60	1.80
		Abflussdaten vorhanden	15	9.0	1.00	9.00	1.00	9.00	0.80	7.20	1.00	9.00	1.00	9.00
		Abflussmengen, Q30/Q330	9	5.4	0.60	3.24	0.60	3.24	0.20	1.08	1.00	5.40	1.00	5.40
		Prototypcharakter	3	1.8	0.40	0.72	0.60	1.08	0.80	1.44	0.80	1.44	0.40	0.72
		naturnähere Methoden	9	5.4	0.60	3.24	1.00	5.40	0.40	2.16	0.80	4.32	1.00	5.40
		Eigentumsverhältnisse	10	6.0	0.40	2.40	0.60	3.60	0.80	4.80	0.60	3.60	0.40	2.40
			Summe	100	60	76.24	74.08	53.48	84.48	64.84				

EW = Erwartungswert      Wie gut erfüllt der Standort das jeweilige Unterziel?

0.00 gar nicht

0.20 ungenügend

0.40 ausreichend

0.60 befriedigend

0.80 gut

1.00 sehr gut

NW = EW \*absolute Gewichtung      Nutzwert (je höher umso besser)

## 5 Der Realisierungsstandort am Aabach

### 5.1 Allgemeines zum Aabach

#### Ökomorphologie

Der Aabach wurde in der vorliegenden Untersuchung stets von der Gemeindegrenze Us-ter bis zum Greifensee betrachtet. Im Folgenden bezieht sich die Bezeichnung „Aabach“ nur auf diesen Streckenabschnitt von ca. 6km Länge. Die Datengrundlage stammt vom Bundesamt für Landestopographie swisstopo, Zugriff am 5.3.13, <http://map.geo.admin.ch/>, und ist im Anhang A.2 ersichtlich.

Der Aabach ist ca. auf der Hälfte der Strecke künstlich/naturfremd und auf der anderen Hälfte stark beeinträchtigt. Es gibt ein paar wenige, kurze Abschnitte, in denen er wenig beeinträchtigt ist. Diese befinden sich an der Mündung in den Greifensee und bevor der Fluss von der Gemeindegrenze in den Siedlungsraum fliesst. Der Aabach weist 21 Abstürze bis 70 cm Höhe auf und 13 Abstürze über 70 cm Höhe respektive Blockrampen bis 70 cm Höhendifferenz. Dies sind gesamthaft 5.6 Hindernisse pro Gewässerkilometer, was weit über dem Landesdurchschnitt von 1.6 Hindernissen pro Gewässerkilometer (Weissmann et al, 2009) liegt. Der Kanton Zürich schätzt in einer noch nicht veröffentlichten Karte für die Revitalisierungsplanung den Nutzen für die Natur und die Landschaft im Verhältnis zum Aufwand am Aabach als „gross“ und zum Teil als „mittel“ ein (Simone Knecht, schriftliche Mitteilung, 24.06.2013) - die Angaben sind ohne Gewähr.

#### Fischregion

Huet (1949) weist in seinem Paper nach, dass Fliessgewässer in bestimmten biogeografischen Arealen ähnliche Fischartenzusammensetzungen aufweisen. Dies ist möglich, da die Tiere verschiedene Umweltansprüche mit sich bringen und diese stets an den ähnlichen Standorten innerhalb eines Flusses vorfinden (Schager & Peter 2004). Dadurch können Flüsse aufgrund ihres Gefälle, welches die Fliessgeschwindigkeit bestimmt, und ihrer Breite in so genannte Fischregionen eingeteilt werden. Diese werden durch eine Hauptfischart charakterisiert und nach ihr benannt.

Tabelle 7 zeigt tabellarische Darstellung der Fischregionen nach Huet (1949) und Abbildung 23 die Fischregionen als Funktionen des Gefälle und der Flussbreite nach Huet (1949).

Tabelle 7: Tabellarische Darstellung der Fischregionen nach Gefälle und Gewässerbreite nach Huet (1949) aus Haunschmid et al. (2010)

HUET 1949 Region	Gefälle in % für Gewässerbreiten von				
	< 1 m	1 - 5 m	5 - 25 m	25 - 100 m	> 100 m
obere Forellenregion	100 - 16,5	50 - 15,0	20 - 14,5		
untere Forellenregion	16,5 - 12,5	15,0 - 7,5	14,5 - 6,00	12,5 - 4,5	
Äschenregion		7,5 - 3,0	6,0 - 2,0	4,5 - 1,25	- 0,75
Barbenregion		3,0 - 1,0	2,0 - 0,5	1,25 - 0,33	0,75 - 0,25
Brachsenregion		1,0 - 0,0	0,5 - 0,0	0,33 - 0,0	0,25 - 0,0
Kaulbarsch-Flunderregion	von den Gezeiten beeinflusster Mündungsbereich				

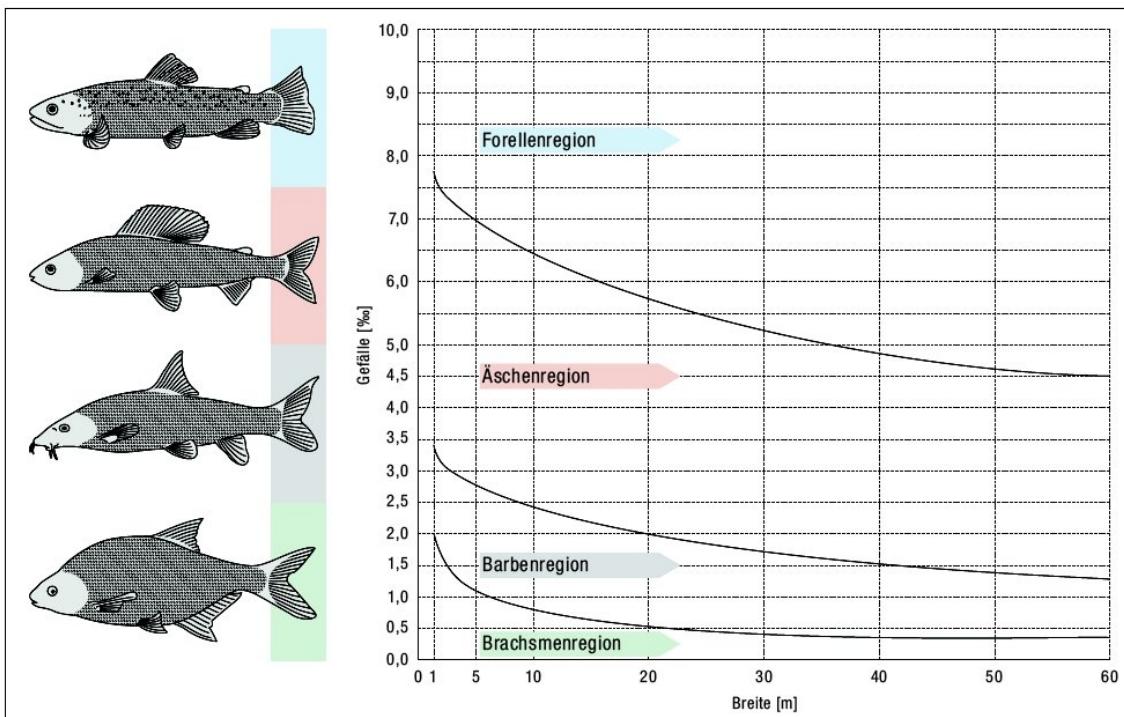


Abbildung 23: Fischregion als Funktion von Gefälle und Breite des Fließgewässers, nach Huet (1949) aus Schager und Peter (2004)

Nach diesem Prinzip wurde die Fischregion am Standort Aabach I errechnet.

- Steigung [%] = Höhe [m] \*100 / Länge [m]  

$$= 45\text{m} *100 / 4279\text{ m} = 1.05\text{ \%}$$
- Für die Höhe wurde die Differenz zwischen dem Greifensee (435 m ü.M.) und der Höhe des Aabachs an dem Ort, wo die Eisenbahnbrücke den Fluss kreuzt

(480 m ü.M.) (siehe Anhang A und C) genommen. Für die Länge wurde dementsprechend die Distanz ab der Eisenbahnbrücke bis zum Greifensee gemessen.

- Die Gewässerbreite wurde direkt am Standort gemessen und beträgt dort 9m.

Aus den Berechnungen ergibt sich für den Standort Aabach I eine Barbenregion. Die Einteilung der Gewässer nach Fischregionen ist massgebend für die Dimensionierung der Fischtreppe. Weitere Angaben dazu sind in der Masterarbeit von Thomas Gasser zu finden.

## Fischarten

Am Aabach wurden in den letzten acht Jahren sechs Befischungen durch die Fischerei- und Jagdverwaltung des Kantons Zürich durchgeführt. Die genauen Befischungsorte sowie die Übersicht über den ökomorphologischen Zustand des Flusses sind in Anhang C aufgeführt. Allerdings ist zu beachten, dass nicht für jede Befischung Daten über die Länge der Vermessungsstrecken sowie die Art der Befischung vorliegen, wodurch keine exakten Vergleiche gemacht werden können. Unter der Annahme, dass die Streckenabschnitte so wie die Befischungsart sich ähneln, ist aus den Daten klar ersichtlich, dass mit zunehmender Nähe zum Greifensee die Zahl der Fischarten und auch die Anzahl der gefangenen Fische steigt. Schon die Befischung 1.5 km oberhalb des Greifensees (Befischung IV) weist nur noch 3 Fischarten auf, dagegen wurden unten am Fluss 11 Arten gefangen. Auch die Gesamtfischzahl geht von fast 400 Individuen am Flussunterlauf auf unter 50 Individuen flussaufwärts massiv zurück. Die Arten, die es so weit hoch schaffen, sind Bachforellen, Aale und ganz wenige Alet. Diese Verteilung ist nicht erstaunlich, da Bachforellen sehr gut springen können und mit den acht Hindernissen bis zum Befischungsort IV wohl am Besten zureckkommen. Aale sind bezüglich des Fischaufstieges sehr speziell (siehe Kapitel 4.2) und die Alet sind so häufig im Flussunterlauf, dass es wahrscheinlich ist, dass es einige schwimmstarke Individuen flussaufwärts schaffen. Im Oberlauf des Aabaches gibt es zudem noch Gründlinge (in Anhang C auch Gresslinge genannt). Diese stammen vermutlich nicht aus dem Greifensee, sondern von Standorten flussaufwärts. Diese Vermutung beruht auf der Tatsache, dass sie zum Teil in Abschnitten flussabwärts nicht gefunden wurden. Zudem hat diese kleine Fischart mit den zahlreichen Hindernissen am Aabach unüberwindbare Barrieren vor sich. Befunde aus dem Neuen Fischatlas des Kantons Zürich (Straub, 2010) bestätigen die Abnahme der Gründlinge vom Greifensee flussaufwärts.

## 5.2 Der Standort Aabach I

Der Standort Aabach I befindet sich ca. 600 m von der Einmündung des Aabaches in den Greifensee entfernt (siehe Anhang A und C). Vom See bis zum Standort befinden sich zwei kleine Schwellen mit einer Höhe bis 70 cm und zwei raue Sohlrampen. Das Hindernis selbst ist ein typischer Absturz (Abbildung 24), der eine Absturzhöhe von ca. 1.2 m aufweist (Zugriff am 05.03.13, <http://maps.zh.ch>).



Abbildung 24: Ansicht des Standortes Aabach I, eigene Aufnahme (19.02.2013)

Ungefähr 100 m oberhalb des Hindernisses steht das Kleinkraftwerk des Turicum Areals, wodurch sich der Standort in einer Restwasserstrecke befindet. Das Restwasser fliest über eine überströmbarer Wehrklappe respektive durch das kleine Loch innerhalb des Wehres, wie in Abbildung 25 ersichtlich ist. Die genaue Restwassermenge ist nicht bekannt.



Abbildung 25: Ansicht der Wehrklappe des Kleinkraftwerkes auf dem Turicum-Areal, Thomas Gasser (2013)

### 5.3 Zielarten

**Definition:** In dieser Arbeit wird der Begriff „Zielart“ für alle Arten der natürlichen Fischfauna verwendet, für deren freie Wanderung die provisorische Fischtreppe über das Hindernis Aabach I gebaut wird. Die Zielarten sind alle auf eine intakte Vernetzung der Fliessgewässer angewiesen.

Die Zielarten wurden aufgrund von zwei Befischungen der Fischerei- und Jagdverwaltung sowie in enger Absprache mit Dr. Andreas Hertig, Fischerei Adjunkt des Kanton Zürichs und Dr. Armin Peter, Fischökologe an der Eawag, eruiert. Die Befischungen wurden direkt unterhalb des Standorts Aabach I durchgeführt (siehe Anhang C). Tabelle 8 zeigt die Resultate der Befischung vom 04.09.2012, welche auf einer Streckenlänge von 150 m flächendeckend stattfand. Tabelle 9 stellt die Resultate der Befischung vom 27.09.2005 dar, welche auf 100 m Länge, ebenfalls flächendeckend, durchgeführt wurde. Der längste Fisch ist für die Dimensionierung des Fischpasses massgebend und wurde daher extra aufgeführt. Die letzte Spalte der Tabelle stellt die durchschnittliche Länge der Fische dar.

*Tabelle 8: Befischungsdaten vom 04.09.2012, eigene Arbeit basierend auf Daten des Modulstufenkonzept Fische Stufe F, Fischerei- und Jagdverwaltung Kanton Zürich*

Art	Anzahl	Längster Fisch [mm]	Durchschnitt [mm]
Alet ( <i>Squalius cephalus</i> )	203	432	78
Gründling ( <i>Gobio gobio</i> )	126	131	89
Barbe ( <i>Barbus barbus</i> )	20	515	162
Bachforelle ( <i>Salmo trutta fario</i> )	18	243	162
Elritze ( <i>Phoxinus phoxinus</i> )	5	83	67
Egli ( <i>Perca fluviatilis</i> )	5	155	125
Seeforelle ( <i>Salmo trutta lacustris</i> )	2	322	305
Hecht ( <i>Esox lucius</i> )	2	318	300
Aal ( <i>Anguilla anguilla</i> )	3	770	583
Schleie ( <i>Tinca tinca</i> )	1	93	93
Rotfeder ( <i>Scardinius erythrophthalmus</i> )	1	42	42
Rotauge ( <i>Rutilus rutilus</i> )	1	147	147
<b>Total</b>	<b>387</b>		

Tabelle 9: Befischungsdaten vom 27.09.2005, eigene Arbeit basierend auf Daten des Modulstufenkonzept Fische Stufe F, Fischerei- und Jagdverwaltung Kanton Zürich

Art	Anzahl	Längster Fisch [mm]	Durchschnitt [mm]
Alet ( <i>Gobio gobio</i> )	106	38	120
Gründling ( <i>Squalius cephalus</i> )	68	133	60
Bachforelle ( <i>Salmo trutta fario</i> )	103	370	180
Egli ( <i>Perca fluviatilis</i> )	1	178	178
Rotauge ( <i>Rutilus rutilus</i> )	1	215	210
<b>Total</b>	<b>279</b>		

Aufgrund ihrer Häufigkeit am Standort und ihren Lebensraumansprüchen wurden

- der **Alet** (*Leuciscus cephalus*) Nr. 3 in Abb. 26
- die **Bachforelle** (*Salmo trutta fario*) Nr. 2 in Abb. 26
- die **Barbe** (*Barbus barbus*) Nr. 5 in Abb. 26
- der **Gründling** (*Gobio gobio*) Nr. 4 in Abb. 26

als Zielarten definiert. Sowohl der Alet als auch der Gründling legt seine Eier in schnell fliessendes Wasser (Straub, 2001), wodurch ein Aufsteigen in die Flüsse notwendig ist. Die Bachforelle und die Barbe sind ebenfalls bekannt dafür, Laichwanderungen durchzuführen, um ihre Eier in kiesigen Bereichen ablegen zu können (Straub, 2001). Zu diesen vier Arten wurde noch die **Seeforelle** (*Salmo trutta lacustris*) - Nr. 1 in Abb. 26 - als Zielart definiert. Laut Andreas Hertig wird die Seeforelle im Aabach in Zukunft speziell gefördert (mündliche Mitteilung, Mai 2013), weshalb sie auch jetzt schon in unserer Arbeit speziell berücksichtigt wird. Als Salmonid führt sie ebenfalls Laichwanderungen durch und ist auf eine Eiablage im Kies angewiesen (Straub, 2001). Die fünf Zielarten sind in Abbildung 26 zusammengestellt.

Die Seeforelle kann bis zu 130 cm lange werden und ist somit der längste Fisch am Aabach (Gasser, 2013). In der Projektgruppe wurde beschlossen, dass der Fischpass für Seeforellen bis 65 cm Länge dimensioniert wird (Armin Peter, schriftliche Mitteilung, 23.05.2013) und somit auch allen anderen Zielarten bis zu dieser Grösse (mit Ausnahme des Gründlings, der eine Maximallänge von 20 cm erreicht (Steinbach, 1999)) den Aufstieg ermöglicht.



Abbildung 26: Zusammenstellung der fünf Zielarten, eigene Arbeit

Bildquellen: [1](#) [2](#) [3](#) [4](#) [5](#)

- 
- 1 Zugriff jeweils am 29.06.12, Zusammengesetzt aus folgenden Bildern:  
Seeforelle, [http://www.web-kuchi.ch/HotPotatoes/Naturkunde/seeforelle\\_1%FCckentext.htm](http://www.web-kuchi.ch/HotPotatoes/Naturkunde/seeforelle_1%FCckentext.htm)
  - 2 Bachforelle, <http://www.fischerei-olang.net/webseite/index.asp?menupunkt=527>
  - 3 Alet, <http://naenikon.educanet2.ch/pia.1/furrer/Alet.htm>
  - 4 Gründling, <http://naenikon.educanet2.ch/pia.1/furrer/Gruendling.htm>
  - 5 Barbe, <http://www.fvschoenenwerd.ch/new/jungfischer/fischkunde/barbe-barbus-barbus/index.php>

## 6 Befischung

### 6.1 Methoden

#### Elektrobefischung

Elektrobefischung ist eine Fangmethode, die in der Schweiz ausschliesslich für wissenschaftliche Zwecke erlaubt ist (Peter, 2013). Es ist verboten, für die Elektrobefischung Wechselstrom zu verwenden (Art. 11 Abs. 3 VGBF). Mit einer Kathode und eine Anode wird in dem Gewässer ein konstanter Gleichstrom oder ein Impulstrom erzeugt (Peter, 2013.). Die Fische innerhalb des elektrischen Feldes reagieren auf den Strom. In Abbildung 27 sind die Reaktionsmuster in Abhängigkeit der Entfernung des Fisches zur Anode dargestellt. Je näher der Fisch an die Anode kommt, desto stärker reagiert er und kann mit einem Kescher aus dem Fluss geholt werden. Als Faustregel geht man bei einer Entfernung von ca. 6 m von einer reaktiven Wahrnehmung der Tiere aus, welche zur Flucht führt. Ab ca. 2-3 m Entfernung zur Anode führt die automatische Taxis dazu, dass der Fisch auf die Anode zu schwimmt. Kommt er noch näher an die Anode erfolgt eine Narkose oder Teil- bis Voll-Tetanie (Peter, 2013.).

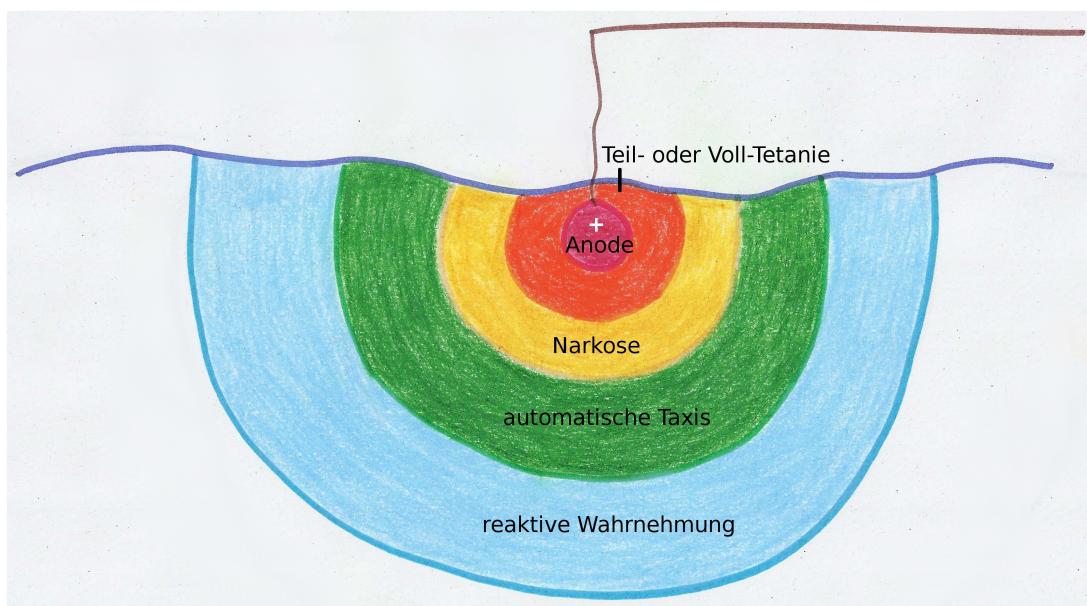


Abbildung 27: Reaktionsfeld der Fische bei der Elektrobefischung, eigene Arbeit nach Peter (2013)

Die Elektrobefischung ist heute in Fliessgewässern die wichtigste Fangmethode, um Abschätzungen über die Fischdichte, die Fischbiomasse und die Artenzusammensetzung zu machen. Sie ist sehr exakt in kleinen bis mittelgrossen Fliessgewässern. Ab einer Tiefe von 2 - 2.5 m lässt die Effizienz dieser Methode jedoch nach (Peter & Erb, 1996).

## Geräte

Der Aabach wurde mit einem mobilen Elektrofischgerät befischt. Der Generator hat eine Leistung von 1.3 kW und wurde mit 300 Volt und 4 Ampère betrieben.

## Betäubung

Wie Andersen (1997) empfiehlt, wurde für den erleichterten Messvorgang und um die mechanische Verletzung der Tiere bei Fluchtversuchen zu minimieren, ein Narkosebad bereitgestellt. Dieses beinhaltete 1 mL Nelkenöl, welches in 20 mL Ethanol gelöst wurde, damit es sich mit ca. 30 L Wasser verdünnen liess. Nach dem Messvorgang wurden die Fische in einem Behälter mit Flusswasser aufbewahrt, bis sie wieder bei Bewusstsein waren. Dann wurden sie wieder in den Fluss gesetzt.

## Befischungsmethoden (nach Peter & Erb, 1996)

Unterhalb des Hindernisses wurde eine halbquantitative Befischung durchgeführt und oberhalb des Hindernisses kam eine qualitative Befischungsmethode zum Einsatz. Nach Peter & Erb (1996) eignen sich diese Methoden am Besten für einen raschen Überblick über die in dem Gewässer vorkommenden Fischarten. Dabei wird mit einem mobilen Elektrofischgerät ein Gewässerabschnitt befischt, wodurch sich der Anwendungsbereich auf durchwatbare Fliessgewässer beschränkt. Eine Absperrung des Gewässers ist nicht nötig. Die Fische werden vor Ort oder an Land nach Art bestimmt und ihre Länge wird erfasst, entweder in genauen Messungen oder via Einteilung in Grössenklassen.

- **Halbquantitative Befischung:** Angabe von relativen Dichten. Nachdem die Befischung wie oben beschrieben stattgefunden hat, können die Dichte der Tiere, als Anzahl Art pro Flächeneinheit, und falls das Gewicht der Tiere ebenfalls erfasst wurde, die Biomasse, als Masse pro Flächeneinheit, angegeben werden.
- **Qualitative Befischung:** Rascher Überblick über das Artenvorkommen. Befischung findet wie oben beschrieben statt, jedoch werden die Tiere nur bestimmt und nicht gemessen. Häufigkeiten werden nur geschätzt.

## Befischungsstrecke

Mit der oben beschriebenen halbquantitativen Befischungsmethode wurde 130 m unterhalb des Hindernisses (grün markiert in Abb. 28), sowie mit der qualitativen Befischungsmethode die Strecke oberhalb des Hindernisses bis zum Stauwehr des Klein-Kraftwerkes (orange markiert in Abb. 28), abgefischt.

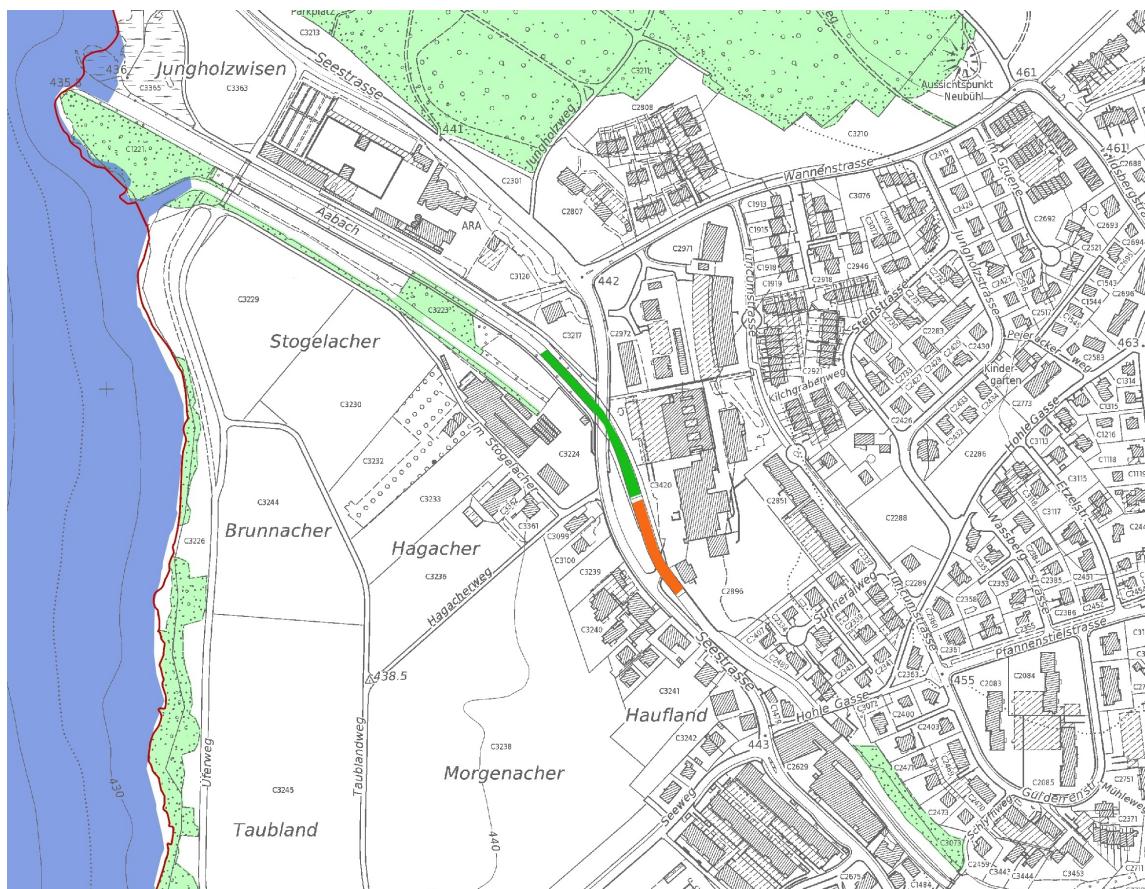


Abbildung 28: Befischungsstrecken vom 13.06.2013 am Standort Aabach I in Niederuster, eigene Arbeit, (c) 2013 swisstopo (JD100042 / JA100120)

Datenquelle <sup>c</sup>

## 6.2 Resultate

### Artenzusammensetzung

In der Hauptbefischung, unterhalb des Hindernisses, konnten insgesamt 96 Fische bestehend aus neun Arten gefangen werden (Tabelle 10). Diese wurden vermessen, gewogen

<sup>c</sup>: Bundesamt für Landestopographie swisstopo, Auszug aus der Karte der Amtlichen Vermessung 1:5'000. Zugriff am 30.06.13, <http://map.geo.admin.ch/>

und auf Verletzungen hin untersucht. Oberhalb des Absturzes wurden nur noch 21 Individuen gefangen und die Artenzusammensetzung beschränkte sich auf vier Arten (Tabelle 11).

*Tabelle 10: Daten der Hauptbefischung, eigene Arbeit*

Art	Anzahl
Aal ( <i>Anguilla anguilla</i> )	1
Alet ( <i>Squalius cephalus</i> )	33
Bachforelle ( <i>Salmo trutta fario</i> )	20
Barbe ( <i>Barbus barbus</i> )	7
Egli ( <i>Perca fluviatilis</i> )	2
Elritze ( <i>Phoxinus phoxinus</i> )	8
Gründling ( <i>Gobio gobio</i> )	19
Rotauge ( <i>Rutilus rutilus</i> )	5
Schneider ( <i>Alburnoides bipunctatus</i> )	1
	<b>96</b>

*Tabelle 11: Daten der Befischung oberhalb des Standortes, eigene Arbeit*

Art	Anzahl
Aa ( <i>Anguilla anguilla</i> )	2
Alet ( <i>Squalius cephalus</i> )	4
Bachforelle ( <i>Salmo trutta fario</i> )	10
Gründling ( <i>Gobio gobio</i> )	5
	<b>21</b>

In der Hauptbefischung konnten vier der fünf Zielarten gefangen werden, die Seeforelle liess sich nicht finden. Oberhalb des Absturzes waren nur noch drei Zielarten vorhanden, die Barbe wurde dort nicht gefangen.

### Größenklassen der Hauptbefischung

Die gefangenen Fische wurden gemessen und in Größenklassen eingeteilt. So kann für jede Fischart die Größenzusammensetzung in dem untersuchten Flussabschnitt festgestellt werden. Im folgenden werden die Ergebnisse der vier gefangenen Zielarten aufgezeigt.

#### **Alet (*Squalius cephalus*), Abb. 29**

Von den Alet wurden sehr viele kleine Fische zwischen 4 cm und 14 cm Länge gefangen, grössere Tiere traten hingegen nur vereinzelt auf. Zwischen 26 cm und 36 cm wurden gar keine Tiere gefangen. Der grösste gefangene Alet war ca. 52 cm lang und befand sich direkt unterhalb des Standortes, im tiefsten Wasser des Flussabschnittes.

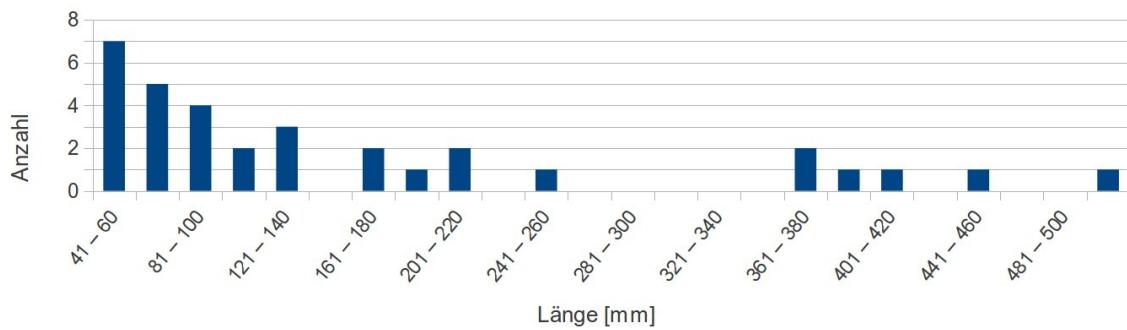


Abbildung 29: Größenverteilung der Alet, eigene Arbeit

### Bachforelle (*Salmo trutta fario*), Abb. 30

Bei den Bachforellen waren ebenfalls die meisten gefangenen Tiere kleine Individuen zwischen 4 und 8 cm Länge. Von grösseren Tieren, bis maximal 40 cm Länge, wurden nur Einzelne gefangen.

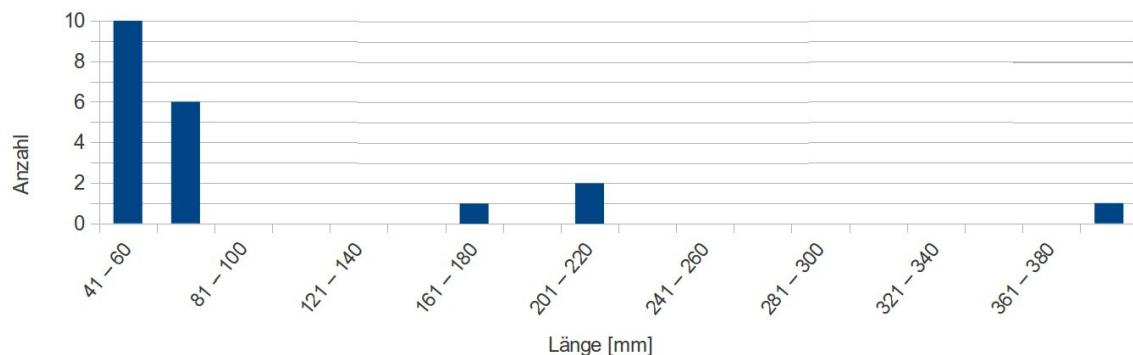


Abbildung 30: Größenverteilung der Bachforellen, eigene Arbeit

### Barbe (*Barbus barbus*), Abb. 31

Bei den Barben konnte keine Tendenz über die Größenverteilung bei den gefangenen Tieren ausgemacht werden. Allerdings war die Stichprobenzahl mit 7 gefangenen Individuen auch sehr gering. Auffällig war, dass die meisten Tiere sich direkt unterhalb des Hindernisses im tiefen Wasser von 1 - 1.7 m Tiefe versammelt hatten, indem nur bedingt gefischt werden konnte. Dies legt die Vermutung nahe, dass mehr Fische vorhanden waren, als abgefischt werden konnten.

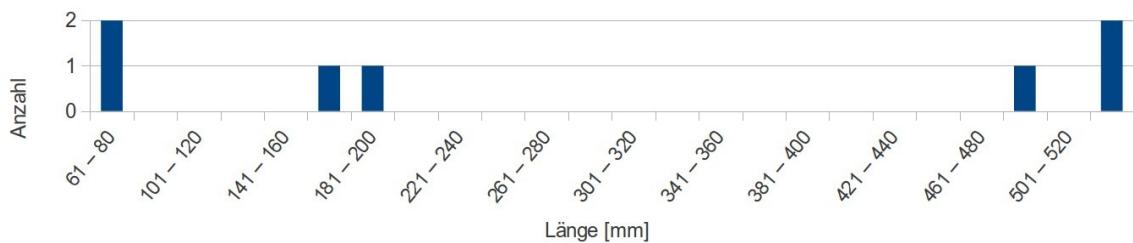


Abbildung 31: Größenverteilung der Barben, eigene Arbeit

### Gründling (*Gobio gobio*), Abb. 32

Bei den Gründlingen konnte eine glockenförmige Größenverteilung festgestellt werden. Diese erstreckt sich von 4 bis zu 12 cm Länge, wobei die meisten gefangenen Individuen um die 9 cm lang waren.

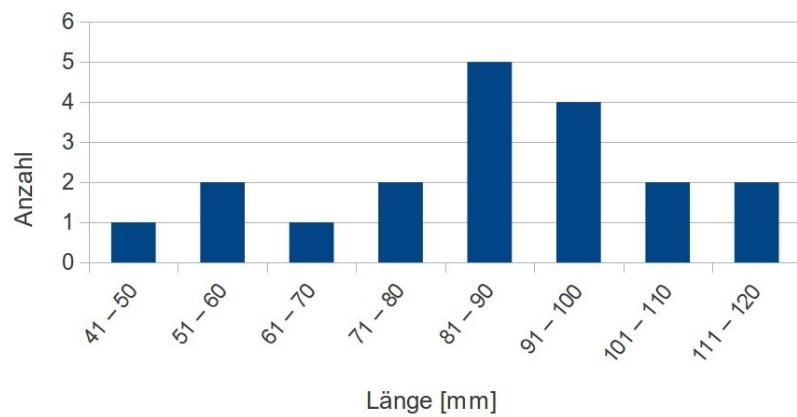


Abbildung 32: Größenverteilung der Gründlinge, eigene Arbeit

### Relative Dichte und relative Biomasse der Hauptbefischung

Durch die halbquantitative Befischung unterhalb des Hindernisses kann die relative Dichte sowie die relative Biomasse der dort vorkommenden Arten bestimmt werden (siehe Abbildung 32). Diese beiden Kenngrößen stehen mit einer relativ konstanten, jedoch unbekannten Proportion in Beziehung zur Größe der Gesamtpopulation (Peter & Erb, 1996). Die gefischte Fläche wurde dabei hochgerechnet auf ein Hektar.

Die höchste Dichte weisen die Alet, die Gründlinge und die Bachforellen auf – wie auch in Tabelle 10 aus der Anzahl der Arten ersichtlich wird. Die höchste Biomasse ist ebenfalls eindeutig bei den Alet zu finden, gefolgt von den Barben und dem Aal.

*Tabelle 12: Dichte sowie Biomasse der Fischfauna errechnet aus der Hauptbefischung, eigene Arbeit*

Art	Dichte [Anzahl/ha]	Biomasse [g/ha]
Aal ( <i>Anguilla anguilla</i> )	8	1145
Alet ( <i>Squalius cephalus</i> )	276	14253
Bachforelle ( <i>Salmo trutta fario</i> )	167	670
Barbe ( <i>Barbus barbus</i> )	58	4755
Egli ( <i>Perca fluviatilis</i> )	17	185
Elritze ( <i>Phoxinus phoxinus</i> )	67	11
Gründling ( <i>Gobio gobio</i> )	159	62
Rotauge ( <i>Rutilus rutilus</i> )	42	578
Schneider ( <i>Alburnoides bipunctatus</i> )	8	113

## 6.3 Diskussion

### Anzahl Arten und Artenzusammensetzung

Nach dem Fischartlas (Straub, 2010) kommen am Unterlauf des Aabachs 11 Fischarten vor. Bei der quantitativen Befischung der Fischerei- und Jagdverwaltung am 04.09.2013 wurden 12 Fischarten gefangen. Diese hohe Diversität konnte durch unsere durchgeführte halbquantitative Befischung vom 13.06.2013 mit 9 gefangenen Arten bestätigt werden. Die Artenzusammensetzung ist bei beiden Befischungen sehr ähnlich. Der Fischartlas gibt an, dass es „wenige Karpfen“ (Straub, 2010, S.52) gibt, dies wurde aber weder vom Kanton noch bei der vorliegenden Befischung nachgewiesen. Hingegen hat der Kanton eine Seeforelle gefangen, die in Zukunft speziell gefördert werden soll, am Aabach aber momentan noch selten ist und bei unserer Befischung nicht nachgewiesen werden konnte. Die häufigsten gefangenen Arten sind der Alet und der Gründling, welche auch im Fischartlas als häufig aufgeführt werden. Die Bachforelle wurde ebenfalls häufig gefangen, ist aber im Fischartlas als nicht so häufig vermerkt. Dafür gibt es laut dieser Publikation viele Schmerlen am Aabach, diese wurde aber weder von der Fischerei- und Jagdverwaltung noch bei unserer Befischung gesichtet. Dies kann mit der Biologie des am Boden lebenden Fisches (Straub, 2010) zusammenhängen. Unsere Befischung fand oberhalb von zwei Sohlrampen und zwei kleinen Abstürzen statt, die für diese Tiere vermutlich bereits nicht mehr überwindbar sind. Zudem kann es auch am unterschiedlichen Beobachtungszeitraum liegen.

Oberhalb des Hindernisses konnten bei unserer Befischung nur noch 4 Arten nachgewiesen werden, was sich mit den Daten der bisherigen Befischungen deckt (siehe Kapitel 5.1 Fischarten und siehe Anhang C).

### **Anzahl Individuen**

Bei der Befischung der Fischerei- und Jagdverwaltung handelt es sich um eine quantitative Befischung. Dabei wurde der Fluss nach unten mit einem Netz abgesperrt und nach oben war die Stufe des Standortes des Projekts limitierend. So konnte eine flächendeckende Befischung mit mehreren Durchgängen gemacht werden, bei der fast 400 Individuen gefangen wurden. In unserer halbquantitativen Befischung wurden lediglich 96 Individuen gefangen.

Die qualitative Befischung, wie sie für diese Arbeit oberhalb des Hindernisses durchgeführt wurde, ist dagegen nicht geeignet, um eine Aussage über die genau Anzahl der Fische treffen zu können (Peter, 2013). Zwar ging die Anzahl der gefangenen Individuen von 96 auf 21 zurück, doch aus den 21 Fischen lässt sich die Populationsdichte nur grob abschätzen. Die sinkende Individuenzahl deckt sich jedoch sowohl mit bisherigen Befischungen (siehe Kapitel 5.1 Fischarten) als auch mit der festgestellten sinkenden Artenanzahl, je weiter man den Fluss hinauf geht.

### **Grössenverteilung**

Während unserer Befischung wurden von den zwei Hauptvertretern, Alet und Bachforelle, sehr viele kleine/junge Fische gefangen. Diese kamen vorwiegend unter der Brücke (siehe Karten Anhang C) sowie an den von Gebüschen überragten Uferbereichen vor, wo der Fluss die höchste Struktur an der Sohle und entlang des Ufers aufweist. Dies lässt vermuten, dass der ansonsten stark begradigte und eingefasste Fluss kein geeignetes Habitat für erwachsene Bachforellen und Alet darstellt. Andererseits kann es sein, dass die Tiere auf natürliche Weise aus anderen Gründen nach dem Ablaichen wieder abwandern (siehe Kapitel 3.1 Fischwanderung). Die glockenförmige Grössenverteilung der Gründlinge spricht dafür, dass diese Art in allen Entwicklungsstadien einen geeigneten Lebensraum am Aabach vorfindet. Die Daten der Fischerei-und Jagdverwaltung (siehe Anhang D) zeigen für den Alet und für die Barben ein ähnliches Bild wie unserer Befischung: Viele Jungfische und wenig grosse Individuen. Allerdings hat der Kanton eine nahezu gleichmässige Grössenverteilung der Bachforellen vorgefunden. Ein Grund für die unterschiedlichen Resultate können neben dem Zeitpunkt, an dem die Befischungen durchgeführt worden sind, auch die Abflussverhältnisse sein. So hatte das ca. 10 Tage

vor unserer Befischung stattfindende Hochwasserereignis sicherlich einen Einfluss auf die Anzahl Individuen und auch auf die Größenverteilung der gefangenen Tiere.

### **Relative Dichte und relative Biomasse**

Die relative Dichte berechnet sich aus der Anzahl gefangener Arten, die in Bezug gesetzt wird zu der befischten Fläche. Da stets dieselbe Fläche als Referenz dient, korreliert die Dichte mit der Anzahl Arten. Die Ergebnisse unserer Befischungen decken sich genau mit der Befischung der Fischerei- und Jagdverwaltung vom 27.09.2005 (siehe Anhang E), bei der die höchste Dichte bei den drei Zielarten Alet, Bachforelle und Gründling vorliegt. Bei der Befischung vom 04.09.2012 weist neben dem Alet und dem Gründling die Barbe die höchste Dichte auf (ersichtlich in Anhang E). Die relative Biomasse hingegen errechnet sich aus dem Gewicht der Fische, welches ebenfalls in Bezug zur Fläche gesetzt wird. Die Biomasse wird einerseits bestimmt durch den Habitus des Tieres und andererseits durch die Größenverteilung, der gefangenen Fische. So weist bei unserer Befischung der Alet mit Abstand die höchste Biomasse auf. Von ihm wurden sowohl am Meisten als auch einige grosse Individuen gefangen. Der Gründling wurde zwar häufig gefangen, ist aber von sehr kleinem Körperbau, wodurch er keine grosse Biomasse aufbauen kann. Die Bachforellen können zwar gross werden, aber von ihnen wurden vorwiegend kleine Individuen gefangen, wodurch diese insgesamt auch eine geringe Biomasse aufweisen. Im Gegensatz dazu stehen die Barben, von denen wenig Individuen aber vorwiegend grosse Tiere gefangen wurde, welche viel zur Biomasse beitragen. Die Befischung des Kantons Zürich des 04.09.2012 erfasste die höchste Biomasse für den Aal, gefolgt vom Hecht und anschliessend der Barbe. Von diesen Arten wurden vorwiegend grosse, schwere Exemplare gefangen. Von der Befischung des Kantons vom Jahr 2005 liegen keine Gewichtsmessungen vor.

### **Fazit**

Eine hohe Anzahl an Arten, welche für die Realisierung des Prototypen von Vorteil ist, konnten am Standort Aabach I nachgewiesen werden. Fünf Zielarten wurden definiert, für welche die provisorische Fischtreppe primär gebaut wird: Barbe (*Barbus Barbus*), Alet (*Squalius cephalus*), Bachforelle (*Salmo trutta fario*), Gründling (*Gobio Gobio*) und Seeforelle (*Salmo trutta lacustris*). Um die Funktionstüchtigkeit des Fischpasses für die verschiedenen Arten, besonders der Zielarten, nachzuweisen, müssen Erfolgskontrollen durchgeführt werden (siehe Kapitel 7.1: Erfolgskontrolle). Die Notwendigkeit einer intakten Vernetzung kann aus der sinkende Arten- und Gesamtindividuenzahl flussaufwärts geschlossen werden. Die ermittelte relative Dichte korreliert mit der Anzahl der

gefangenen Arten, die relative Biomasse hingegen wird zusätzlich sowohl vom natürlichen Habitus als auch der Grösse der gefangenen Tiere bestimmt. Die hohe Anzahl an jungen Individuen in strukturreichen Abschnitten, die nur für kleine Fische genügend Raum bieten, sowie die geringe Anzahl an grossen Individuen lässt einen Zusammenhang mit dem künstlichen, naturfremden Gesamtzustand des Gewässers vermuten. Der Aabach bietet möglicherweise für ausgewachsene Fische verschiedenster Arten keinen geeigneten Lebensraum. Diese Schlussfolgerung hebt hervor, dass der provisorische Fischpass allein den Zustand der Schweizer Fliessgewässer nicht wesentlich verbessern kann. Die Lebensräume, welche durch so einen Bau vernetzt werden, müssen zusätzlich geeignete Habitate für die Fische sein. Durch die Schaffung von kleinräumigen Strukturen und natürlichen Uferbereichen kann dies erreicht werden.

## 7 Ausblick

### 7.1 Erfolgskontrolle

„Nur die Einhaltung aller Anforderungen gemäss „Handbuch Querbauwerke NRW“ (MUNLV, 2005) [...] führt zum Bau voll funktionsfähiger Fischaufstiegsanlagen.“ (DWA, 2006, S. 11). Der provisorische Fischpass hingegen wird kleiner dimensioniert als es im *Handbuch Querbauwerke NRW* empfohlen wird, um die Baukosten zu senken und die Bauwerksabmessungen zu minimieren. Es ist bisher nicht bekannt, wie stark man dabei die Parameter verändern kann und dennoch eine (teilweise) Funktionsfähigkeit für die Aufwanderung der Zielarten erreicht. Daher ist nach dem Bau des Prototyps eine umfassende Erfolgskontrolle durchzuführen.

Für die Tiere selbst sind sowohl die Auffindbarkeit als auch die Passierbarkeit der FAH massgebend. An herkömmlichen FAHs erfolgt die Kontrolle meist über die Erfassung der Individuenzahl und der Fischarten, die erfolgreich die FAH durchwandert haben (DWA, 2006). Eine häufig verwendete Methode ist das Auffangen der Tiere mit Hilfe einer Reuse. Diese befindet sich am Ausstieg der FAH und erfasst somit alle Fische, die erfolgreich aufgestiegen sind. Um mit dieser Methode genaue Aussagen über die Funktionsstüchtigkeit der FAH machen zu können, sind kontinuierliche Messungen vorzunehmen. Eine weitere Möglichkeit für den Nachweis der Funktionsfähigkeit sind Videoaufzeichnungen. Allerdings ist die Identifikation mittels Filmmaterial aufwändig und häufig nur beschränkt möglich. Besonders die Wassertrübung erschwert eine exakte Bestimmung erheblich. Zudem gibt es verschiedene Markierungsmethoden, bei denen Fischindividuen im Unterwasser markiert werden und ein Wiederfang im Oberwasser die Funktionsfähigkeit der FAH nachweist. Allerdings kann dadurch keine Aussage zur tatsächlichen Anzahl der aufsteigenden Fische gemacht werden. Um diese zu erfassen, wurden verschiedene automatische Zählanlagen entwickelt, die via Lichtschranken, Echolot oder Bewegungsmeldern funktionieren (DWA, 2010).

Der Prototyp wird an dem kleinen Gewässer Aabach realisiert, welcher durch seine geringe Grösse zur Trübung neigt. Die Datenerfassung via Videoaufzeichnungen scheint daher ungeeignet zu sein. Diese Methode, sowie eine automatische Zählanlage, sind auf eine Stromquelle angewiesen, welche am Standort nicht vorhanden ist. An Kraftwerken, wo diese Methoden bisher zum Einsatz kommen, tritt diese Problematik nicht auf. Eine bessere Möglichkeit für die Erfolgskontrolle am Aabach wäre der Einbau eines

Zählbecken mit Reusenapparatur. Diese Datenerhebung erlaubt eine genaue Erfassung der aufsteigenden Fische. Eine weitere Möglichkeit ist es, die Erfolgskontrolle mittels einer Markierungsmethode durchzuführen. Dafür sind jedoch grosse Mengen an zu markierenden Fischen notwendig und es ist keine genaue Aussage über die Anzahl aufsteigender Tiere möglich. Durch eine regelmässige Befischungen im Ober- und Unterwasser, z.B. mit einem Elektrofangerät, kann eine Aussage über die Artenanzahl sowie Artenzusammensetzung gemacht werden. Dabei wird jedoch ebenfalls nicht exakt erfasst, wie viele Fische den Fischpass durchwandert haben.

Aufgrund dieser Überlegungen ist der Einbau einer Reuse in den Fischpass zu überprüfen. Eine Kombination mit Befischungen im Ober- und Unterlauf oder die Anwendung von Fischmarkierungen ist zu empfehlen. Wichtig dabei ist es, die Untersuchungen regelmässig durchzuführen, um eine qualitative Aussage über die Funktionstüchtigkeit der FAH machen zu können.

## 7.2 Ergebnisse der Master- und Bachelorarbeit

Die Standortevaluation der zwei Arbeiten ergab den Standort Aabach I in Niederuster für die Realisierung des Prototyps. Dort wurden folgende Zielarten mit einer Gesamtlänge von maximal 65 cm bestimmt, für welche der Bau der FAH vorwiegend ausgelegt ist: Barbe (*Barbus Barbus*), Alet (*Squalius cephalus*), Bachforelle (*Salmo trutta fario*), Gründling (*Gobio Gobio*) und Seeforelle (*Salmo trutta lacustris*). Die Bachelorarbeit bestätigt, dass sowohl die Artenzahl als auch die Individuenzahl mit zunehmender Anzahl Hindernisse, innerhalb des Aabaches, sinkt. Ausserdem ist festzuhalten, dass es zusätzlich zur Vernetzung durch einen Fischpass notwendig ist, den gesamten Zustand des Gewässers so zu erhalten, dass der Fluss der natürlichen Fischfauna einen Lebensraum bietet. Die Masterarbeit zeigt auf, dass weitere Grundlagenforschung zu empfehlen ist, wenn geplant wird, provisorische Fischpässe im grossen Stil einzusetzen (Gasser, 2013). Bisherige Merkblätter und Normen sind für die optimale Bauweise von Fischtreppen für möglichst viele Fischarten ausgelegt. Für den Einsatz von provisorischen FAH aber „ist es zulässig und sinnvoll, gewisse Funktionseinschränkungen zu tolerieren“ (Gasser, 2013, S. 5). In wie weit welche Parameter verändert werden können, um ein Provisorium einerseits kostengünstig und mit geringen Bauwerksabmessungen und andererseits dennoch mit einer gewissen Funktionalität für bestimmte Fischarten zu realisieren, ist nicht bekannt.

Aufgrund der durchgeführten Untersuchungen und unter Berücksichtigung sowohl des heutigen Wissensstandes als auch aller Randbedingungen kann am Aabach einzig der

Bau eines Denilpasses empfohlen werden (Gasser, 2013). Vier der fünf Zielarten ermöglicht der Bau eines Denilfischpasses eine freie Wanderung über den Standort Aabach I. Damit konnte in der Masterarbeit die Funktionalität und Machbarkeit eines provisorischen Fischpasses am Aabach in Niederuster nachgewiesen werden (Gasser, 2013). In der Projektgruppe wird im Folgenden entschieden, in welcher Form das Projekt bis zur baulichen Umsetzung vorangetrieben wird. Eine Weiterentwicklung des Konzeptes mit Hilfe von Erfolgskontrollen wird empfohlen.

## 8 Literaturverzeichnis

**Arbeitsgruppe Fischaufstiegshilfen (AG-FAH) (2011).** Grundlagen für einen österreichischen Leitfaden zum Bau von Fischaufstiegshilfen (FAHs). Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.

**Amman, T. (2006).** Der Einfluss von Barrieren auf die Verteilung von Fischen in kleinen Bächen: Fallstudien im Suhretal. Diplomarbeit, Eidgenössische Technische Hochschule (ETH), Zürich.

**Andersen, W. G. (1997).** The use of clove oil as an anesthetic for rainbow trout and its effects on swimming performance. North American Journal of Fisheries Management 17: 301-307.

**Bundesgesetz über die Fischerei (BGF)** vom 21. Juni 1991, Stand am 1. August 2010 (AS 923.0).

**Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. DWA (2006).** DWA-Themenband WW-8.2 Funktionskontrolle von Fischaufstiegsanlagen, Auswertung durchgeföhrter Untersuchungen und Diskussionsbeiträge für Durchführung und Bewertung. Hennef.

**Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. DWA (2010).** Merkblatt DWA-M 509 Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung. Hennef.

**Baras, E. & Lucas, M. C. (2001).** Migration of freshwater fishes. Oxford: Blackwell Science.

**Gasser, T. (2013).** Entwurf eines provisorischen Fischpasses. Masterarbeit, Eidgenössische Technische Hochschule (ETH), Zürich.

**Göggel, W. (2012).** Revitalisierung Fliessgewässer. Strategische Planung. Ein Modul der Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer. Bern: Bundesamt für Umwelt.

**Haunschmid et al. (2010).** Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Lebensministerium), Österreich (Hrsg.). Leitfaden zur Erhebung der biologischen Qualitätselemente, Teil A1 – Fische. Wien.

**Hefti, D. (2012).** Wiederherstellung der Fischauf- und -abwanderung bei Wasserkraftwerken. Checkliste Best practice. Bundesamt für Umwelt (Hrsg.), Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1210.

**Huet, M. (1949).** Aperçu des relations entre la pente et les populations piscicoles des eaux courants. Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie 11: 333–351.

**Kirchhofer, A., Breitenstein, M., Zaugg, B. (2007).** Rote Liste der Fische und Rundmäuler der Schweiz. Bundesamt für Umwelt (Hrsg.), Bern, und Schweizer Zentrum für die Kartographie der Fauna, Neuenburg. Umwelt-Vollzug Nr. 0734.

**Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen MUNLV (Hrsg.) (2005).** Handbuch Querbauwerke. Düsseldorf.

**Northcote, T. G. (1978).** Migratory Strategies and Production in Freshwater Fishes. In S. D. Gerking (Hrsg). Ecology of Freshwater Production (S. 326-359.). Oxford: Blackwell.

**Ovidio, M. & Philippart, J.-C. (2002).** The impact of small physical obstacles on upstream movements of six species of fish: Synthesis of a 5-year telemetry study in the River Meuse basin. Hydrobiologia 483: 55-69.

**Peter, A. (2013).** Vorlesungsunterlagen zum Fish Management ETHZ Course.

**Peter, A. & Erb, M. (1996).** Leitfaden für fischbiologische Erhebungen in Fliessgewässern unter Einsatz der Elektrofischerei. BUWAL, Mitteilungen zur Fischerei Nr. 58, Kastanienbaum.

**Schager, E. & Peter, A. (2004).** BUWAL (Hrsg). Fische Stufe F (flächendeckend), Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer, Mitt. Gewässerschutz Nr. 44, Bern.

**Schweizerische Fischereiberatungsstelle FIBER (2012).** Die Biodiversität der Schweizer Fische, Eine Informationsbroschüre der Schweizerischen Fischereiberatungsstelle FIBER. Kastanienbaum: FIBER.

**Steinbach, G.(Hrsg.) (1999).** Die Tiere unserer Heimat – Wegweiser durch die Natur. München: ADAC Verlag GmbH, Verlagshaus Stuttgart in der Bertelsmann-Lexikon Verlag GmbH.

**Straub, M. (Hrsg.) (2010).** Neuer Fischatlas des Kantons Zürich. Zürich: Werd-Verlag.

**Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei (VBGF) vom 24. November 1993, Stand am 1. Juni 2001 (SR 923.01).**

**Weissmann, H. Z., Könitzer, C., Bertiller, A. & Sigmaplan (2009).** Strukturen der Fliessgewässer in der Schweiz. Zustand von Sohle, Ufer und Umland (Ökomorphologie); Ergebnisse der Ökomorphologischen Kartierung. Bern: Bundesamt für Umwelt..

**Zitek, A., Haidvogl, G., Jungwirth, M., Pavlas, P. & Schmutz, S. (2007).** Ein ökologisch-strategischer Leitfaden zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit von Fließgewässern für die Fischfauna in Österreich. AP 5 des MIRR Projektes - A Model based Instrument for River Restoration. Wien: Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement, BOKU.

## 9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Skizze freihängender Fischpass gezeichnet von Basil Weibel, 2012.....	9
Abbildung 2: Fischwanderung nach Northcote (1978) aus DWA (2010).....	13
Abbildung 3: Schema der diadromen Wanderung nach Baras & Lucas (2001).....	15
Abbildung 4: Gefährdung der Schweizer Fischfauna nach VBGF 2011.....	17
Abbildung 5: Ökomorphologischer Zustand der Schweizer Fliessgewässer aus Weissmann et al. (2009).....	18
Abbildung 6: Geographische Vergleiche der Längen der Ökomorphologieklassen aus Weissmann et al. (2009).....	18
Abbildung 7: Schlitzpass.....	20
Abbildung 8: Blockrampe.....	20
Abbildung 9: Karte Niederuster mit Standort Aabach I, .....	24
Abbildung 10: Foto Standort Aabach I, eigene Aufnahme (19.02.2013).....	24
Abbildung 11: Karte Niederuster mit Standort Aabach II,.....	25
Abbildung 12: Foto Standort Aabach II, eigene Aufnahme (19.02.2013).....	25
Abbildung 13: Karte Ellikon an der Thur mit Standort Ellikerbach,.....	26
Abbildung 14: Foto Standort Ellikerbach, Thomas Gasser (26.02.2013).....	26
Abbildung 15: Karte Ellikon an der Thur mit Standort Kefikerbach,.....	27
Abbildung 16: Foto Standort Kefikerbach, Thomas Gasser (26.02.2013).....	27
Abbildung 17: Karte Dietikon mit Standort Reppisch I,.....	28
Abbildung 18: Foto Standort Reppisch I, eigene Aufnahme (19.02.2013).....	28
Abbildung 19: Karte Dietikon mit Standort Reppisch II,.....	29
Abbildung 20: Foto Standort Reppisch II, eigene Aufnahme (19.02.2013).....	29
Abbildung 21: Karte Niederweningen mit Standort Surb.....	30
Abbildung 22: Foto Standort Surb, eigene Aufnahme (19.02.2013).....	30
Abbildung 23: Fischregion als Funktion von Gefälle und Breite des Fliessgewässers, .	41
Abbildung 24: Ansicht des Standortes Aabach I, eigene Aufnahme (19.02.2013).....	43
Abbildung 25: Ansicht der Wehrklappe des Kleinkraftwerkes auf dem Turicum-Areal, Thomas Gasser (2013).....	43
Abbildung 26: Zusammenstellung der fünf Zielarten, eigene Arbeit.....	46
Abbildung 27: Reaktionsfeld der Fische bei der Elektrobefischung, eigene Arbeit nach Peter (2013).....	47

Abbildung 28: Befischungsstrecken vom 13.06.2013 am Standort Aabach I in Niederuster, eigene Arbeit.....	49
Abbildung 29: Größenverteilung der Alet, eigene Arbeit.....	51
Abbildung 30: Größenverteilung der Bachforellen, eigene Arbeit.....	51
Abbildung 31: Größenverteilung der Barben, eigene Arbeit.....	52
Abbildung 32: Größenverteilung der Gründlinge, eigene Arbeit.....	52

## 10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammensetzung der Projektgruppe.....	11
Tabelle 2: Zustand der Schweizer Fliessgewässer, Weissmann et al. (2009).....	18
Tabelle 3: Fischartenzusammensetzung der Standorte, eigene Arbeit mit Daten aus Straub (2010).....	33
Tabelle 4: Ökomorphologie: Übersicht der Hindernisse pro Standort, eigene Arbeit beruhend auf Daten der GIS-Karten des Kantons Zürich.....	34
Tabelle 5: Absolute und relative Gewichtung der ökologischen Kriterien, eigene Arbeit Thomas Gasser & Eva Baier 2013.....	36
Tabelle 6: Nutzwertanalyse, eigene Arbeit Thomas Gasser & Eva Baier 2013.....	39
Tabelle 7: Tabellarische Darstellung der Fischregionen nach Gefälle und Gewässerbreite nach Huet (1949) aus Haunschmid et al. (2010).....	41
Tabelle 8: Befischungsdaten vom 04.09.2012, eigene Arbeit basierend auf Daten des Modulstufenkonzept Fische Stufe F, Fischerei- und Jagdverwaltung Kanton Zürich.....	44
Tabelle 9: Befischungsdaten vom 27.09.2005, eigene Arbeit basierend auf Daten des Modulstufenkonzept Fische Stufe F, Fischerei- und Jagdverwaltung Kanton Zürich.....	45
Tabelle 10: Daten der Hauptbefischung, eigene Arbeit.....	50
Tabelle 11: Daten der Befischung oberhalb des Standortes, eigene Arbeit.....	50
Tabelle 12: Dichte sowie Biomasse der Fischfauna errechnet aus der Hauptbefischung, eigene Arbeit.....	53

## 11 Anhang

### Inhaltsverzeichnis Anhang

<b>Anhang A.....</b>	<b>67</b>
A.1 Detaillierte Tabelle mit Durchgangshindernissen.....	67
A.2 Detaillierte Ökomorphologie-Karten des Aabachs.....	69
<b>Anhang B.....</b>	<b>82</b>
B.1 Ökologische Kriterien der Nutzwertanalyse.....	82
B.2 Bauliche Kriterien der Nutzwertanalyse.....	84
B.3 Ergebnisse der Standortbesichtigungen.....	87
B.4 Standortbewertung aus Sicht des Gewässerunterhaltes.....	89
<b>Anhang C.....</b>	<b>97</b>
Ökomorphologische Karte des Aabaches inklusive Befischungsdaten der Jagd- und Fischereiverwaltung .....	97
<b>Anhang D.....</b>	<b>101</b>
Befischungsdaten der Fischerei- und Jagdverwaltung vom 04.09.2012.....	101
<b>Anhang E.....</b>	<b>107</b>
Relative Dichten und relative Biomasse der Befischungen der Fischerei- und Jagdverwaltung.....	107
<b>Anhang F.....</b>	<b>108</b>
Eigenständigkeitserklärung.....	108

## Anhang A

### A.1 Detaillierte Tabelle mit Durchgangshindernissen

In Tabelle A.1 sind für jedes Gewässer die Anzahl Hindernisse nach Art aufgeschlüsselt. Die Standorte sind mit SI – SIV markiert. Die exakte Höhe bezieht sich immer auf das Hindernis, welches in der Spalte „Standort“ fett markiert ist. Bauwerke ohne Abstürze (z.B. Brücken) wurden nicht weiter beachtet. Die allgemeine Beschreibung der Gewässer bezieht sich nur auf den Abschnitt, in dem die untersuchten Hindernisse vorkommen. Die Daten stammen vom GIS-Browser des Kantons Zürich, Karte Gewässer-Ökomorphologie, (Zugriff am 05.03.13, <http://maps.zh.ch>), respektive vom Kanton Thurgau (Amt für Geoinformation, erhalten am 06.03.13) sowie vom Kanton Aargau (BVUALG, erhalten am 14.03.13).

Tabelle A.1: Ökomorphologie: Übersicht der 7 Standorte

Gewässer	Standort (S)	Art Stufe	exakte Höhe [cm]	# Fischarten	# Abstürze								# Bauwerke
					natürlich bis 70cm	natürlich über 70cm	künstlich bis 70cm	künstlich über 70cm	mit Absturz bis 70cm	mit Absturz über 70cm	Sohlrampe rau bis 70cm	Sohlrampe rauh bis 70cm	
<b>Aabach</b> Überwiegend stark beeinträchtigt bis künstlich/ naturfremd	vom Greifensee bis <b>SI</b>	Absturz künstlich über 70cm	120	12	-	-	1	-	1	-	2	-	
	von SI bis <b>SII</b>	Bauwerk Absturz über 70cm	110	11	-	-	-	-	-	-	-	-	
	von <b>SII</b> bis <b>SIII</b>	2x künstlicher Absturz über 70 cm	70, 100	11	-	-	16	3	3	4	-	-	
	von <b>SIII</b> bis <b>SIV</b>	Absturz künstlich über 70cm	140	11	-	-	-	1	-	-	-	-	
	von IV bis Gemeindegrenze			11	1	-	3	-	-	-	1	-	
<b>Reppisch 1/2</b> stark beeinträchtigt 1/2 künstlich/ naturfremd	von Limmat bis <b>SI</b>	2x Absturz künstlich bis/über 70cm	40, 140	12	-	-	-	-	-	-	-	-	
	von SI bis <b>SII</b>	2x Absturz künstlich bis/über 70cm	40, 200	12	-	-	-	-	1	1	-	-	
	von <b>SII</b> bis Kantons-grenze	Ca 500m wenig beeinträchtigt, nur noch Bauwerke ohne Abstürze, Dönibach, je einen künstlichen Absturz über und bis 70cm, Stoffelbach einen Absturz natürlich über 70cm										-	
<b>Ellikerbach/ Kefikerbach</b> 1/2 wenig beeinträchtigt 1/2 stark beeinträchtigt	von der Thur bis <b>SI</b>		300	6	2	-	1	2	-	-	-	-	
	von SI bis <b>SII</b>	künstlicher Absturz über 70cm	190	2	3	-	1	-	-	-	-	-	
	von <b>SII</b> bis Kantons-grenze (1km)			2	-	-	1	1	-	-	-	-	
<b>Surb</b> überwiegend künstlich/naturfremd bis stark beeinträchtigt	ab Kantons-grenze bis <b>S</b>	künstlicher Absturz über 70cm	150	1	-	-	3	-	-	-	-	-	
	von <b>S</b> bis Gemeinde-grenze			1	-	-	4	-	-	-	-	-	
	Im Kanton Aargau			k.A.	-	-	-	-	-	3	-	-	

## A.2 Detaillierte Ökomorphologie-Karten des Aabachs

Beispielhaft für alle Standorte ist im Folgenden die detaillierte Darstellung der Ökomorphologie-Karte des Aabachs in Niederuster mit eingezeichneten Standorten Aabach I – IV abgebildet. Die Datengrundlage ist eine GIS-Karte des Kantons Zürich (Zugriff am 05.03.13, <http://maps.zh.ch>).

# Gewässer-Ökomorphologie

## Legende

### Abstürze

- Natürlich (bis 70 cm)
- Natürlich (über 70 cm)
- Künstlich (bis 70 cm)
- Künstlich (über 70 cm)
- unklassierter Absturz

### Bauwerke

- Sohlrampe rauh (bis 70 cm)
- Sohlrampe rauh (über 70 cm)
- Bauwerk mit Absturz (bis 70 cm)
- Bauwerk mit Absturz (über 70 cm)
- Bauwerk ohne Absturz

### Abschnittsklassifizierung

-  Natürliche, naturnah
-  Wenig beeinträchtigt
-  Stark beeinträchtigt
-  Künstlich, naturfremd
-  Eingedolt
-  Nicht klassiert

-  Kantonsgrenzen
-  Bezirksgrenzen
-  Gemeindegrenzen

-  Seen

**Landeskarten** 1:25'000 bis 1:500'000: © swisstopo (5704001878);  
**Übersichtsplan:** © GIS-ZH

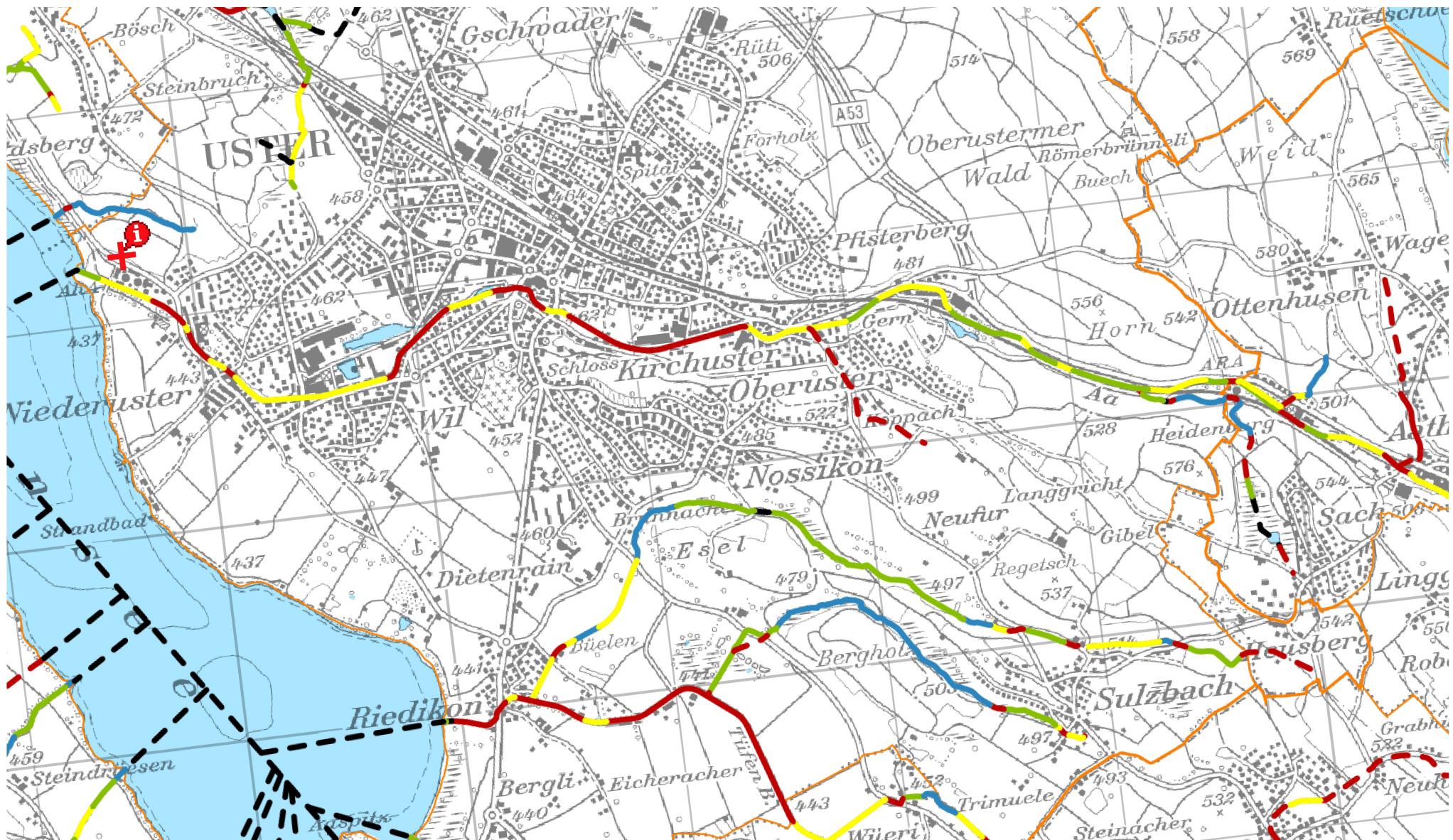
(c) 2013 swisstopo (JD100042 / JA100120)



Aabach

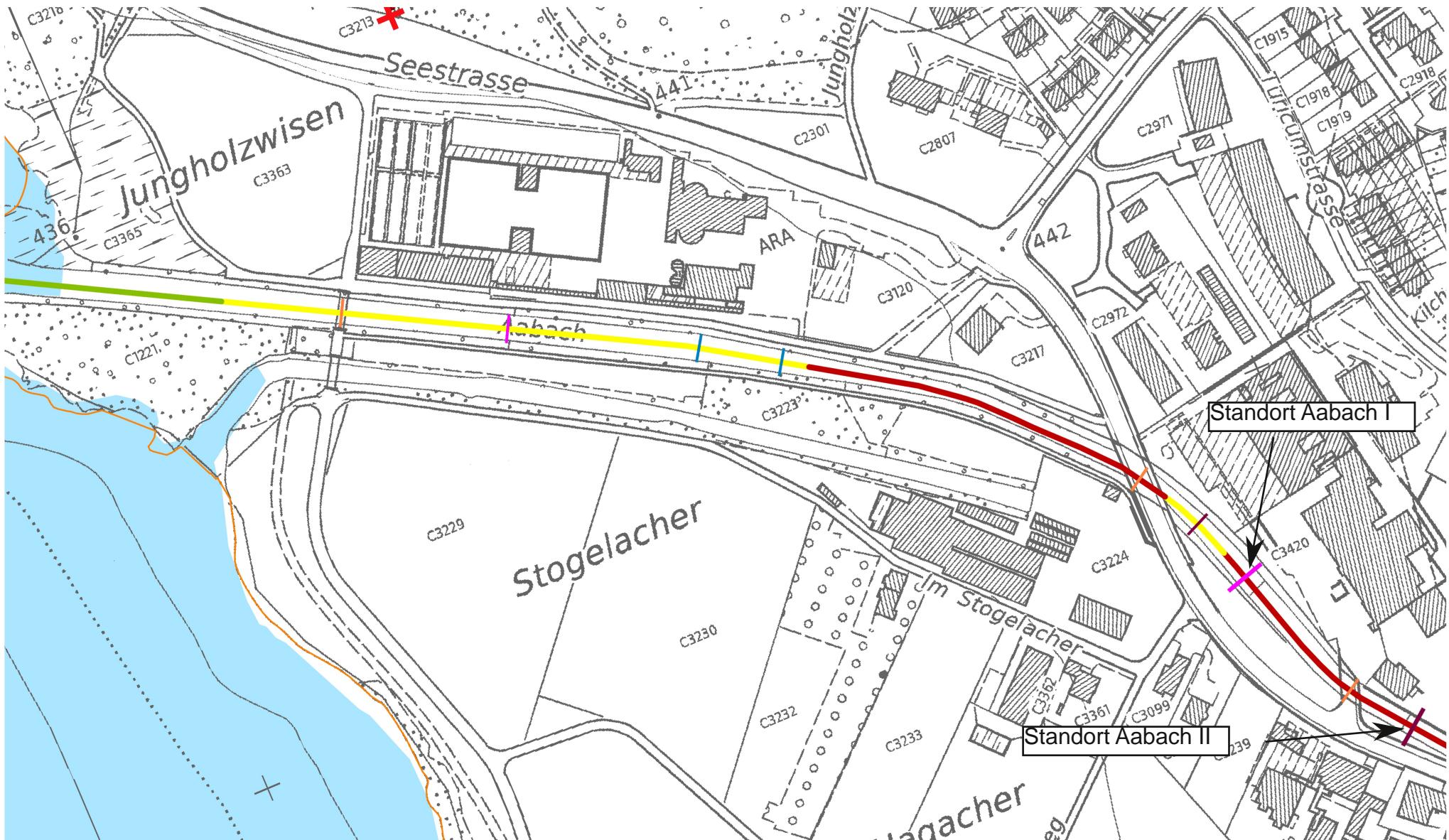
Übersicht

0 200 400 600m



Aabach Standorte I bis IV

Abschnitt 1

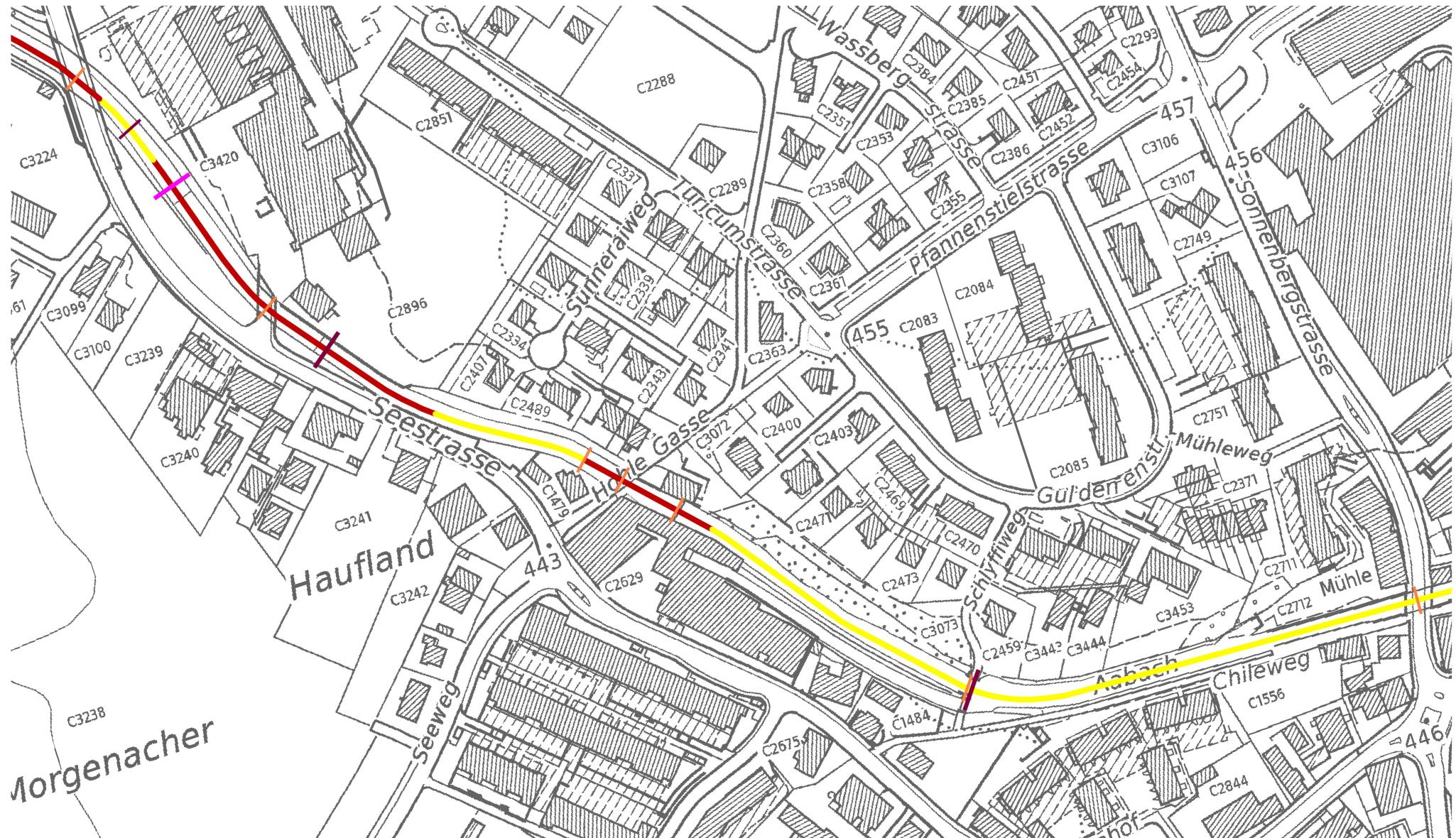


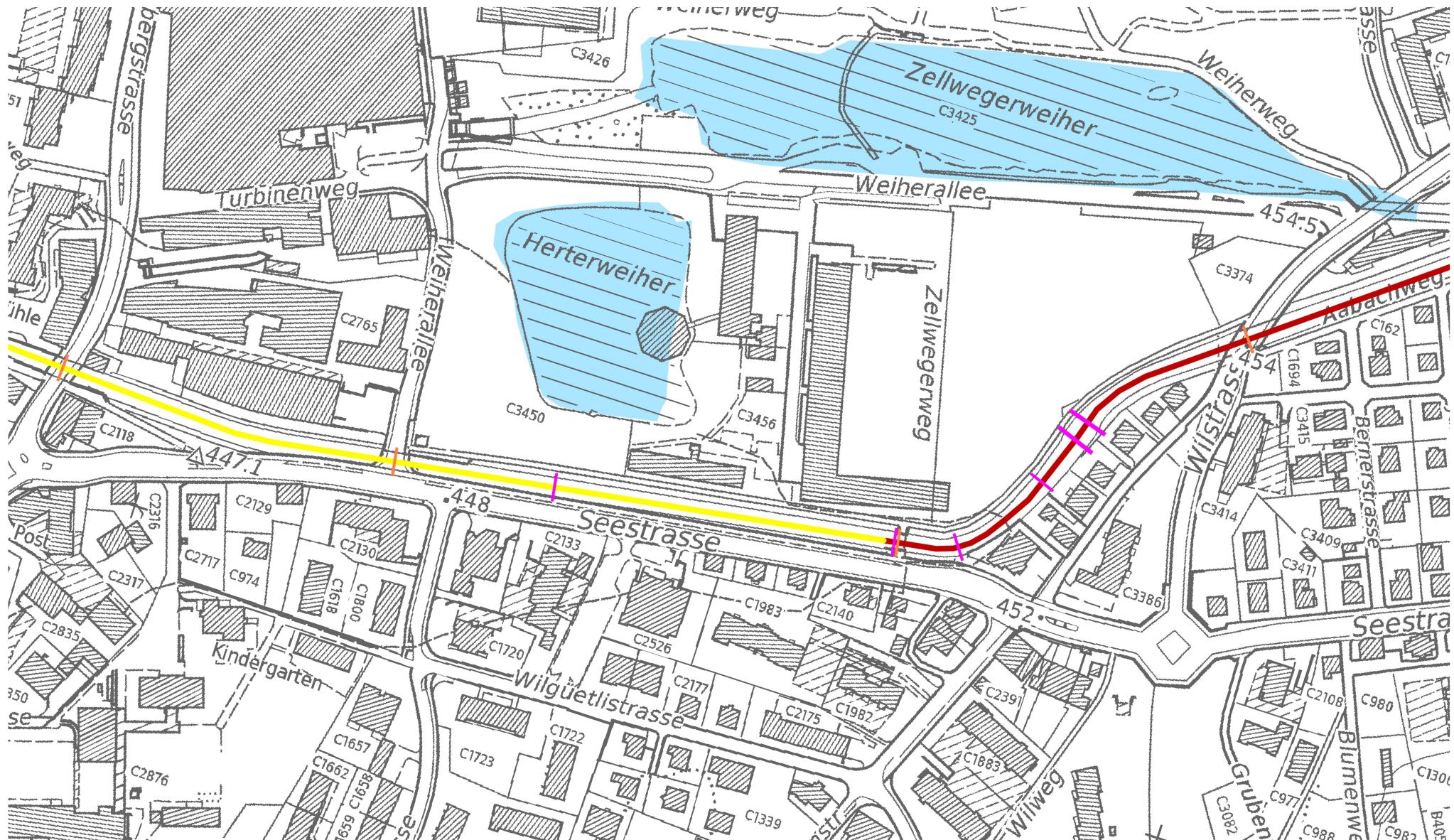


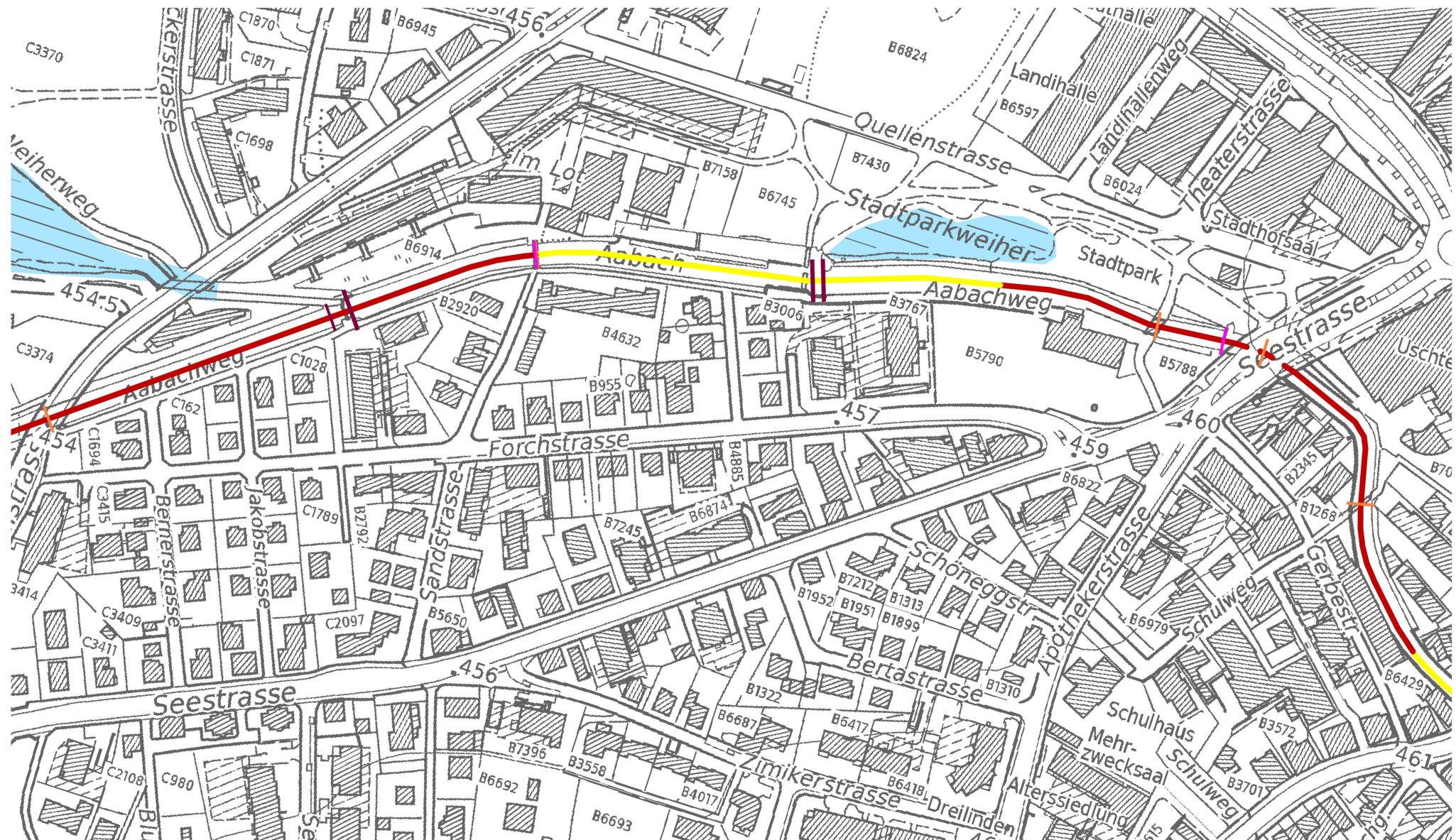
Aabach

Abschnitt 2

0 20 40 60m





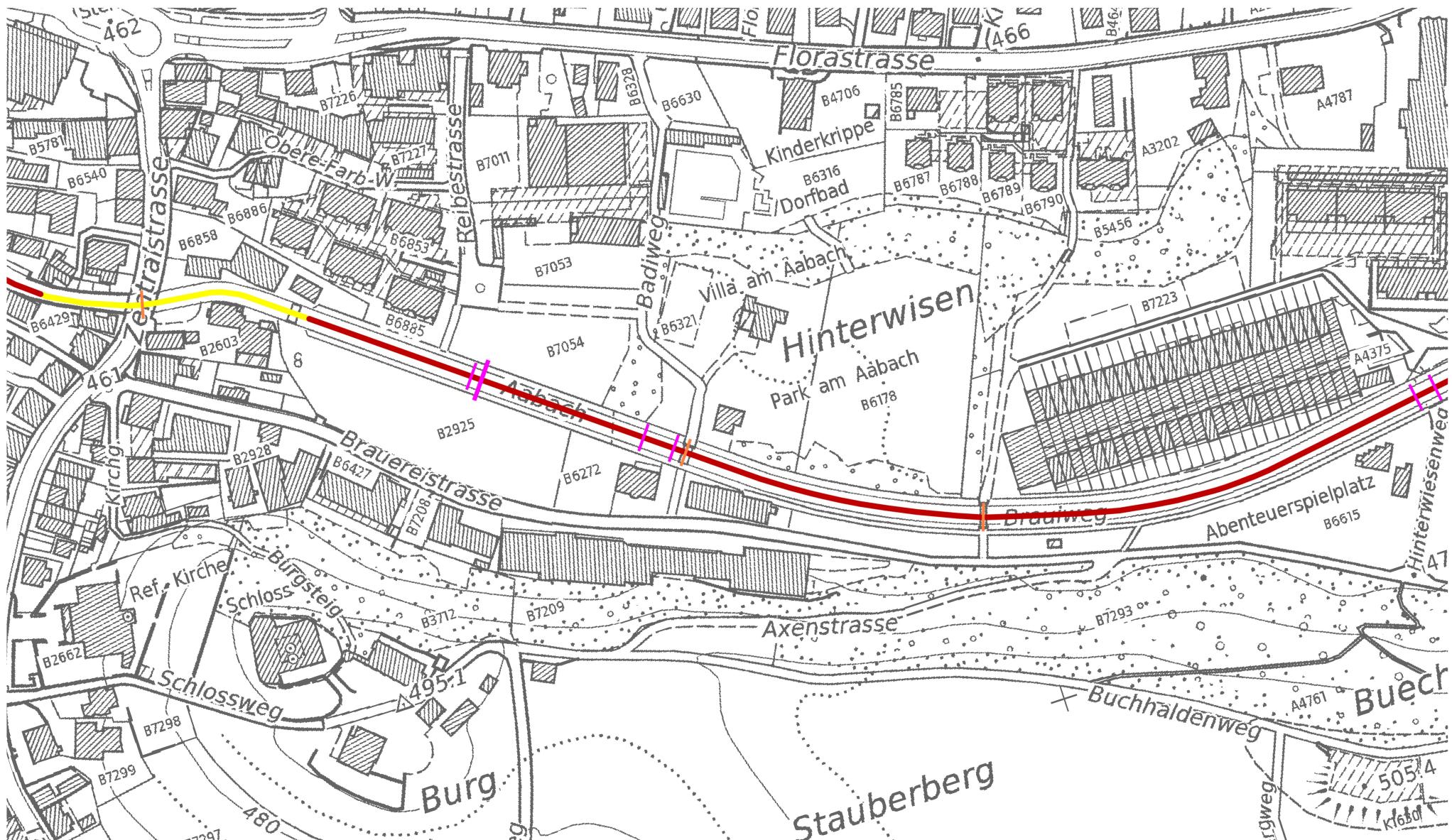




Aabach

Abschnitt 5

0 20 40 60m

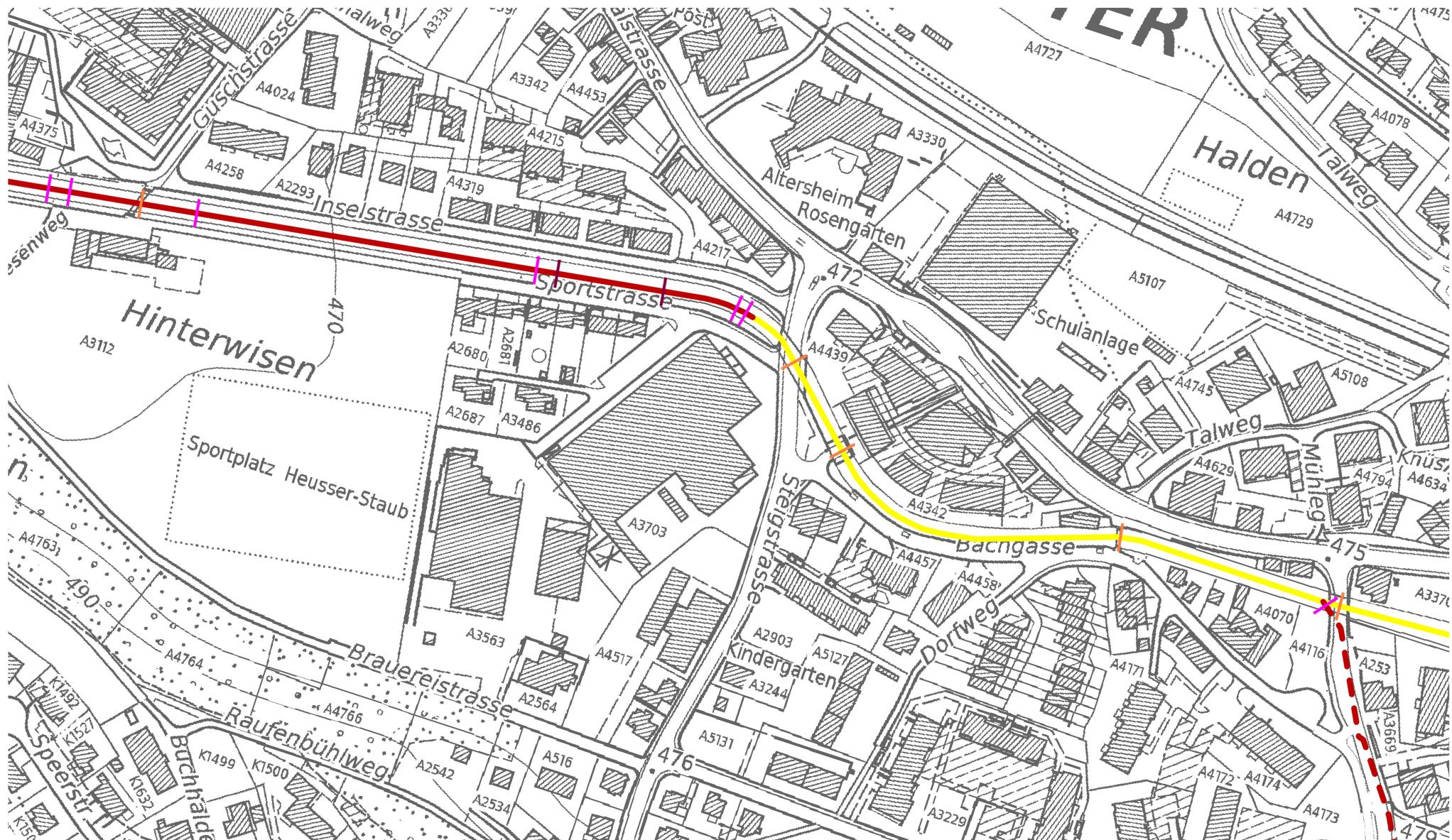




Aabach

Abschnitt 6

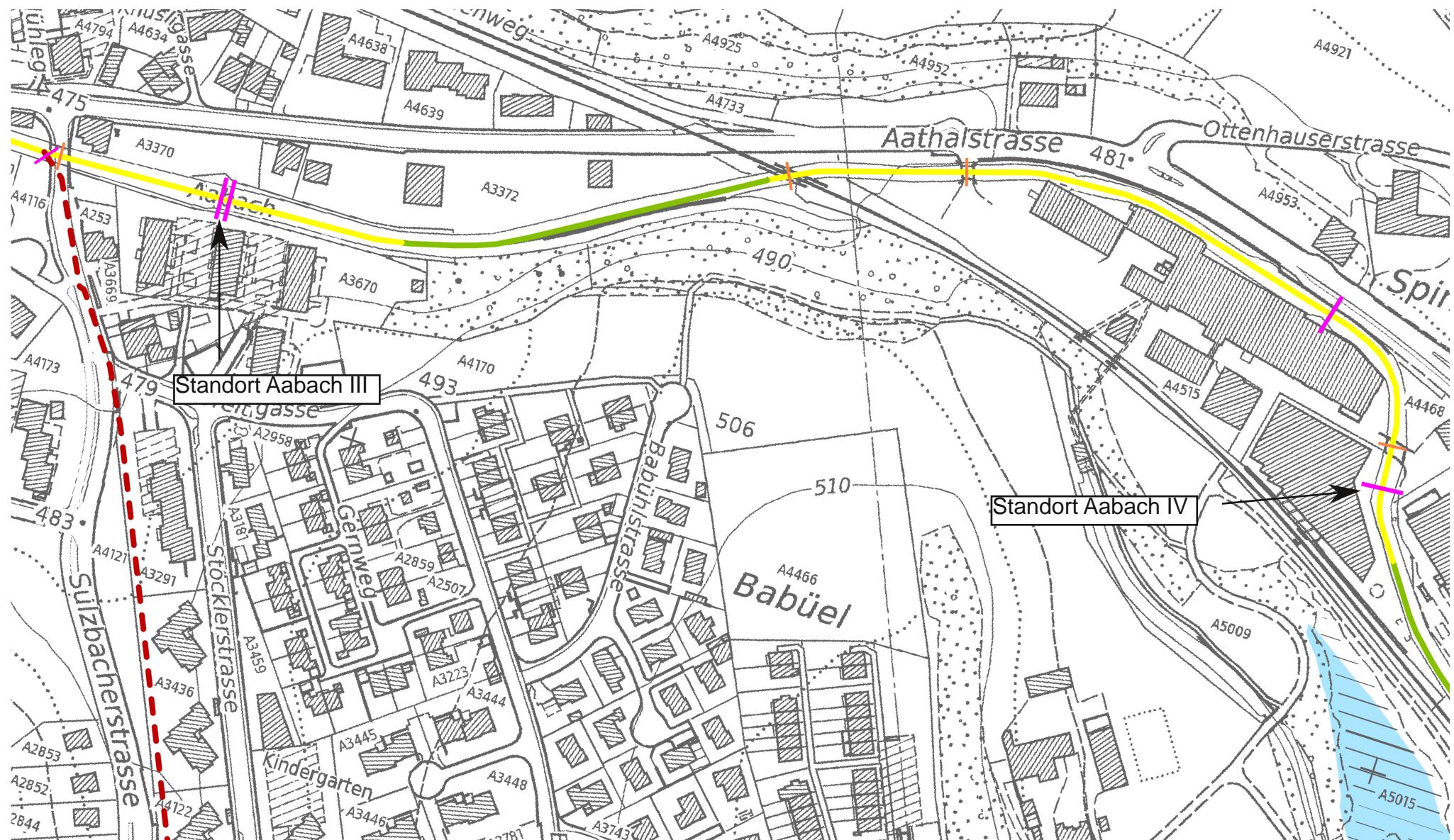
0 20 40 60m





Aabach

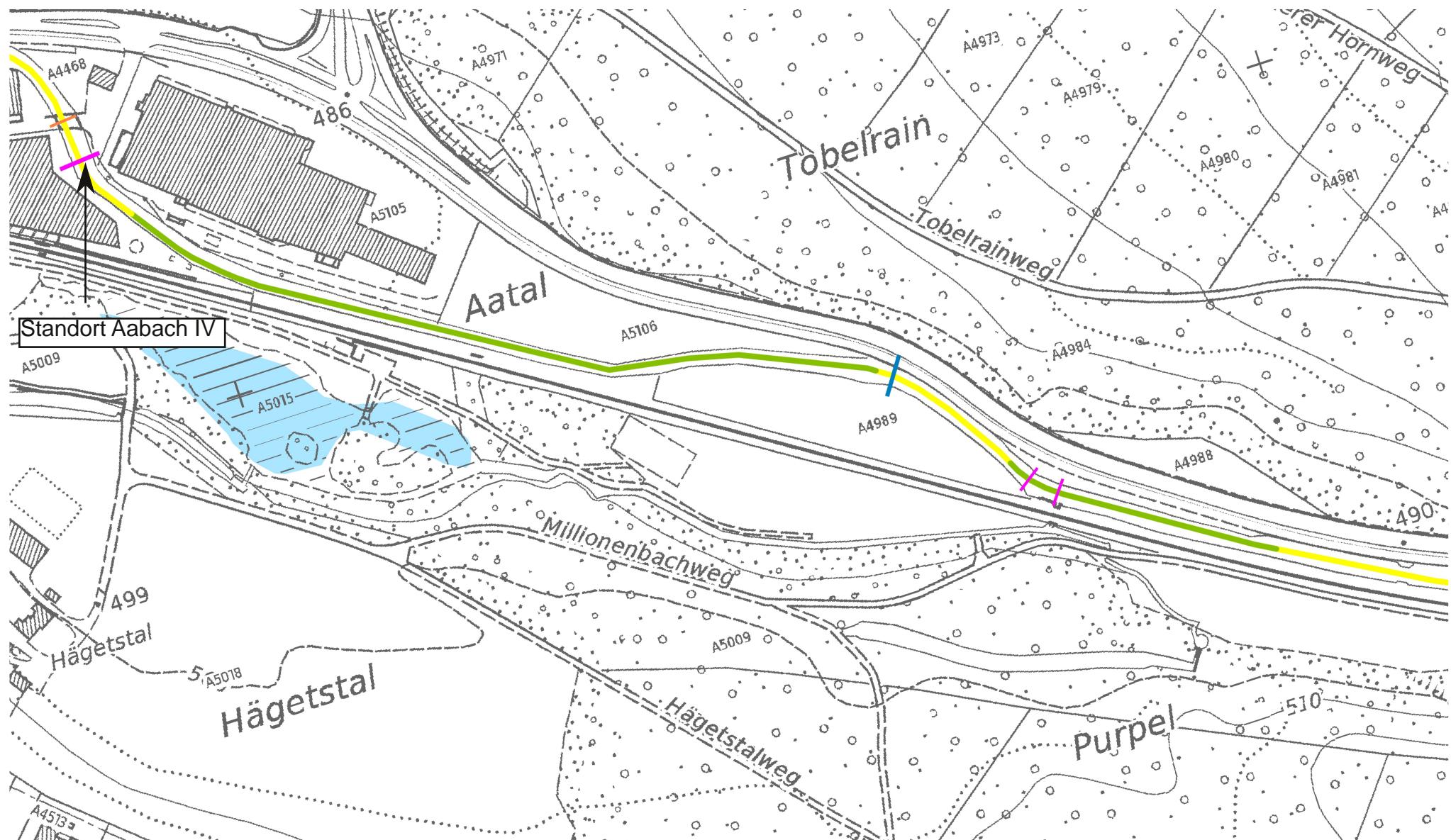
Abschnitt 7





Aabach

Abschnitt 8

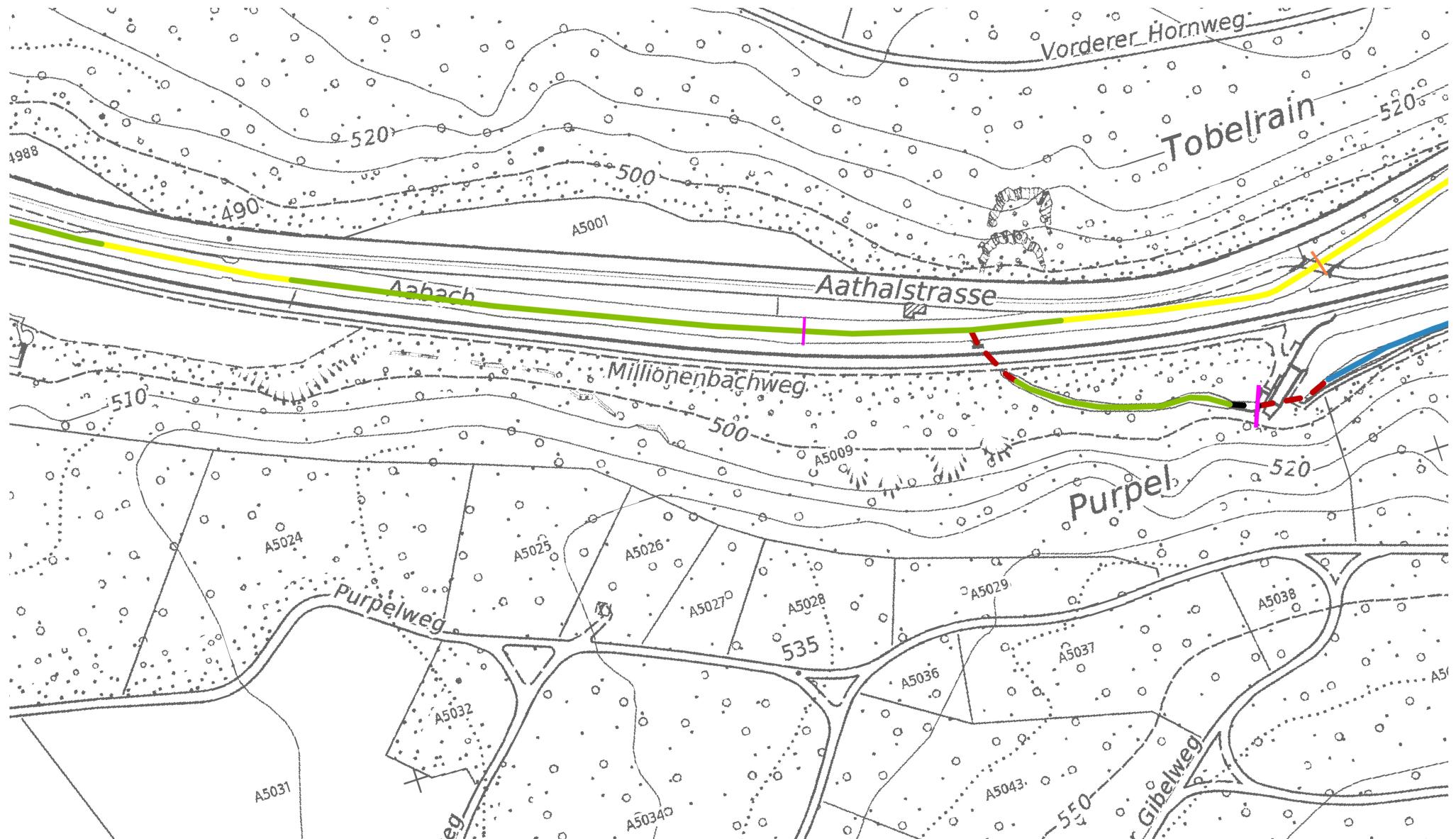




Aabach

Abschnitt 9

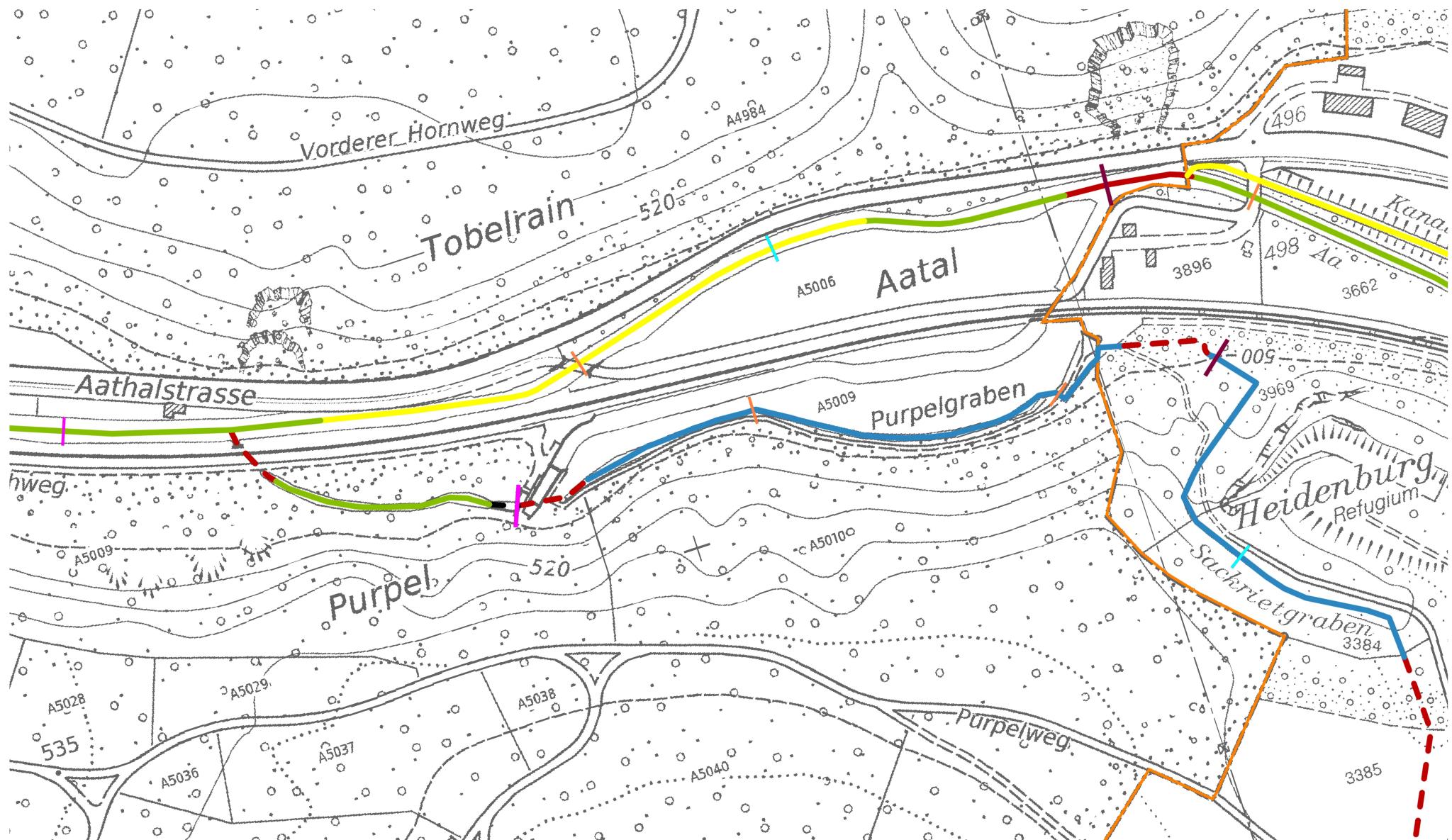
0 20 40 60m





Aabach

Abschnitt 10



## Anhang B

### B.1 Ökologische Kriterien der Nutzwertanalyse

Die nachfolgende Seite stellt eine Übersicht über alle ökologischen Kriterien und ihre Bewertung für die Nutzwertanalyse dar. In Kapitel 4.4 der Nutzwertanalyse gibt es genaue Erläuterungen für die jeweiligen Bewertungen. Die Tabellen sind folgender Massen aufgebaut: Links steht jeweils das Kriterium, in der Mitte die Bewertung und rechts der Erwartungswert. Die unterste Tabelle gibt die Übersicht über die vorhandenen Hindernisse mit genauen Flussabschnitten wieder.

## Ökologie Kriterien

Anzahl Fischarten		
# Fische	Bewertung	Wert
> 10	sehr gut	1.00
8 - 10	gut	0.80
6 - 7	befriedigend	0.60
3 - 5	ausreichend	0.40
≤ 2	ungenügend	0.20

Anzahl Stufen unterstrom bis 70cm		
# Stufen	Bewertung	Wert
≤ 1	sehr gut	1.00
2 - 4	gut	0.80
5 - 7	befriedigend	0.60
8 - 10	ausreichend	0.40
≥ 10	ungenügend	0.20

Anzahl Stufen unterstrom über 70cm + Sohlrampen bis 70 cm		
# Stufen	Bewertung	Wert
< 1	sehr gut	1.00
1 - 2	gut	0.80
3 - 4	befriedigend	0.60
5 - 6	ausreichend	0.40
≥ 7	ungenügend	0.20

Fließgeschwindigkeit ober- und/oder unterstrom		
V =	Bewertung	Wert
gering	sehr gut	1.00
Gering - mittel	gut	0.80
mittel	befriedigend	0.60
Mittel - schnell	ausreichend	0.40
sehr schnell	ungenügend	0.20

Anzahl Stufen oberstrom bis 70cm		
# Stufen	Bewertung	Wert
≤ 1	sehr gut	1.00
2 - 4	gut	0.80
5 - 7	befriedigend	0.60
8 - 10	ausreichend	0.40
≥ 10	ungenügend	0.20

Anzahl Stufen oberstrom über 70cm + Sohlrampen bis 70 cm		
# Stufen	Bewertung	Wert
< 1	sehr gut	1.00
1 - 2	gut	0.80
3 - 4	befriedigend	0.60
5 - 6	ausreichend	0.40
≥ 7	ungenügend	0.20

Sohlrampe über 70cm kommt nie vor

Standort	# Abstürze bis 70cm	# Abstürze über 70cm + Sohlrambe bis 70cm	Soil ramp	
			unterstrom	oberstrom
Aabach I	unterstrom	2	2	Ab Greifensee
	oberstrom	6	8	ca. 2km bis zur oberen Befischungsgrenze vom 14.07.2010
Aabach III	unterstrom	17	9	ab Greifensee
	oberstrom	4	4	ca. 2km bis zur Kantongrenze
Reppisch I	unterstrom	0	0	ab Limmat
	oberstrom	1	3	ca. 800m bis Standort II
Reppisch II	unterstrom	1	3	ab Limmat
	oberstrom	3	0	ca. 2km bis Zufluss Aegertenbach
Ellikerbach	unterstrom	3	3	ab Thur
	oberstrom	7	1	ca. 1km bis Gemeindegrenze
Surb	unterstrom	3	0	ca. 3km bis Hinderniss 11 aus Revitalisierungsplan des Kanton Aargau
	oberstrom	4	0	ca. 2km bis Gemeindegrenze

Originaldatei von Thomas Gasser, 2013

## **B.2 Bauliche Kriterien der Nutzwertanalyse**

Die baulichen Kriterien sind in den folgenden Tabellen mit ihren jeweiligen Bewertungen aufgeführt. Die Kriterien und die jeweiligen Annahmen für ihre Bewertungen wurden wie folgt definiert:

### **Zugang zum Gewässer**

Annahme: Je näher man ans Gewässer mit einem LKW fahren kann, desto besser.

### **Zustand des bestehenden Bauwerks**

Annahme: Je intakter, desto besser.

### **Auffindbarkeit für Fische**

Annahme: Je leichter die Anordnung für Bau und Fische machbar ist, desto besser.

### **Geometrie der Überfallkante**

Annahme: Je leichter der Anschluss des Fischpasses, desto besser.

### **Abflussdaten vorhanden**

Annahme: Je näher die nächste Messstation am Hindernis ist, desto besser.

### **Abflussmengen und Verhältnis Q30/Q300**

Annahme: genügend Abfluss, Q30/Q300 klein, betrieb des Fischpasses an 300 Tagen im Jahr möglich.

### **Prototypcharakter, wie einfach lässt sich die Konstruktion auf andere Stufen adaptieren?**

Annahme: Je standardtypischer, desto besser.

### **Wie gross ist der Aufwand, das Bauwerk mittels naturnäheren Methoden zu entschärfen?**

Annahmen: Je grösser der Aufwand, desto geeigneter für den Prototyp.

### **Eigentumsverhältnisse**

Annahme: Gut, insofern es dem AWEL obliegt bzw. nur einen Besitzer aufweist.

### **Erschwernis durch weitere Bauwerke**

Annahme: Je weniger weitere Bauwerke, die Einfluss nehmen könnten, desto besser.

## Kriterien Bau

Originaldatei von Thomas Gasser, 2013

Zugang zum Gewässer	
Bewertung	Wert
Zufahrt bis an den Gewässerrand und ins Flussbett	1.00
Zufahrt bis an den Gewässerrand oder ins Flussbett	0.80
Zufahrt bis zur Böschung	0.60
Zufahrt bis zur Böschung, Böschung mit Bäumen und Sträuchern	0.40
Zufahrt für LKWs nicht möglich	0.20

Zustand des bestehenden Bauwerks	
Bewertung	Wert
neu	1.00
guter Zustand	0.80
Montage ohne Instandhaltungsarbeiten möglich	0.60
Instandhaltungsarbeiten nötig	0.40
zerfallen, eine Gesamtsanierung ist in naher Zukunft nötig	0.20

Auffindbarkeit für Fische	
Bewertung	Wert
Anordnung für Bau und Fische günstig	1.00
für Fische günstig, Zugang weniger günstig	0.80
sowohl baulich als auch für die Fische nicht optimal	0.60
damit baulich machbar, Auffindbarkeit für Fische nur mit Leiteinrichtungen	0.40
damit baulich machbar, Auffindbarkeit für Fische nicht gegeben	0.20

Geometrie der Überfallkante	
Bewertung	Wert
kleiner Baulicher Eingriff am bestehenden Bauwerk, Mindestwassertiefe im Oberwasser ist	1.00
Mindestwassertiefe im Oberwasser kann einfach erhöht werden	0.80
Mindestwassertiefe und Anschluss mit kleinen Eingriffen möglich	0.60
grössere Anpassungen am bestehenden Bauwerk	0.40
Anschluss eines Fischpasses ans bestehende Bauwerk unmöglich	0.20

Abflussdaten vorhanden?	
Bewertung	Wert
Messstation befindet sich in der Nähe der Stufe, lange Messperiode	1.00
Messstation befindet sich in der Nähe der Stufe, kurze Messperiode	0.80
Messstation nicht genügend Nahe an der Stufe, Daten müssen angepasst werden	0.60
Messstation befindet sich weit weg, Abflüsse unterscheiden sich wesentlich	0.40
Vergleich der Abflüsse der Messstation und des Standortes nicht sinnvoll	0.20

Abflussmengen und Verhältnis Q30/Q330	
Bewertung	Wert
genügender Abfluss, Q30/330 klein, Betrieb an 300 Tagen ohne Probleme machbar	1.00
genügender Abfluss, Betrieb an 300 Tagen machbar	0.80
Q30/Q330 mittel, Betrieb zwischen Q30 bis Q330 machbar	0.60
Q30 gering, Betrieb kann nur mit grossem Aufwand an 300 Tagen aufrecht erhalten werden	0.40
Q30 klein, Verhältnis gross, Schwierigkeiten beim Betrieb sind sicher	0.20

<b>Prototypcharakter, wie einfach lässt sich die Konstruktion auf andere Stufen adaptieren?</b>	
<b>Bewertung</b>	<b>Wert</b>
Geometrie labormässig	1.00
typische Querverbauung	0.80
Geometrie auch an anderen Gewässern häufig anzutreffen	0.60
Geometrie eher selten anzutreffen	0.40
Geometrie der Stufe ist einzigartig	0.20

<b>Wie gross ist der Aufwand, das Bauwerk mittels naturnäheren Methoden zu entschärfen?</b>	
<b>Bewertung</b>	<b>Wert</b>
einfach, geringe Kosten	1.00
	0.80
mässiger Aufwand	0.60
	0.40
umfangreiche Arbeiten am Gewässer, den Böschungen	0.20

<b>Eigentumsverhältnisse</b>	
<b>Bewertung</b>	<b>Wert</b>
grosszügige Parzelle des AWELS entlang des Gewässers	1.00
nur geringe AWEL-Parzellenbreite	0.80
uferangrenzende Parzellen gehören vermutlich der Gemeinde	0.60
uferangrenzende Parzellen gehören Privatpersonen	0.40
uferangrenzende Parzellen sowie Gewässer in Privatbesitz	0.20

<b>Erschwerter Bauwerk</b>	
<b>Bewertung</b>	<b>Wert</b>
keine Erschwerisse	1.00
Behinderungen nur beim Bau	0.80
Vorsicht bei Hochwasser	0.60
benachbartes Bauwerk muss berücksichtigt werden	0.40
benachbartes Bauwerk verunmöglicht den Einsatz eines Fischpasses	0.20

### **B.3 Ergebnisse der Standortbesichtigungen**

Am 19. und 26. Februar 2013 wurden alle Standorte besichtigt. Die Ergebnisse wurden in folgender Tabelle B.3 zusammengefasst und liefern die Grundlage für die Nutzwertanalyse.

Tabelle B.3: Ergebnisse der Standortbesichtigung

**Ergebnisse der Standortbesichtigung vom 19.02.13 und 26.02.13**

StandortNr	Gewässer	Ort	Koordinaten	Zufahrt	Breite [m]				Tiefe oben [cm]	Tiefe unten [cm]	Stufenhöhe [m]	Verankerung	Sonstiges	
					8	30	100	2						
1	Aabach	Uster I	694957 / 244912	re + li möglich, li leichter: keine Bäume, Parkplatz	8	30	100	2	re + li Steinmauer					
2	Aabach	Uster II	695002 / 244818	li bis 5m machbar: Wiese unzugänglich für Maschinen, re Grundstück	8	70	40	1	Steinmauer, re Schiebewehr, li Turbinenhaus UND Wehr!					
3	Ellikerbach	Ellikon a.d. Thur I	704224 / 268774	li schwierig, wiese und Gebüsch, re Parkplatz, beschädigte/überwucherte Mauer und viel Gestrüpp	6	60	150	4	li alte Steinmauer: sehr marode, re ausgewaschene, überwucherte Wand: +/- unmöglich		Stufe über 2-3 Absätze			
4	Kefikerbach	Ellikon a.d. Thur II	704045 / 268310	re + li unmöglich, re: Feld und dann Steilhang (Wald), li Dorf „Heuler“ oberhalb steiler Böschung	2 – 3	20	50	2	Keine Mauer vorhanden nur Uferböschung, Stufe selbst: beschädigtes/überwachsenes Bauwerk					
5	Reppisch	Dietikon I	672335 / 250660	li auf 5m machbar aber Kiesplatz für Maschinen unzugänglich, re Grundstück	10 – 12	30	80	2	Steinmauer, schlechter Zustand					
6	Reppisch	Dietikon II	672208 / 249977	re schmäler, geteilter Veloweg, li Fusswege	10 – 12	30	100	4	re schwierig wegen Bäumen, li Steinmauer: schwer zugänglich		re + li Wasseramselfistplätze			
7	Surb	Niederweningen	669908 / 262530	re unmöglich: Velohäuschen, li machbar: Parkplatz + steile Böschung	4	20	100	3 – 4	überwachsene Steinwand, Lücke bis zum Gewässer		hohe Fließgeschwindigkeit			

alle Massangaben sind ungefähre Abschätzungen

re = rechtes Ufer in Fließrichtung

li = linkes Ufer in Fließrichtung

## **B.4 Standortbewertung aus Sicht des Gewässerunterhaltes**

Die Betriebsleiter der Gewässerunterhaltsgruppen, welche von der Realisierung eines Prototyps betroffen sein können, wurden gebeten ihre Einschätzung zur technischen Umsetzung des Projektes abzugeben. Die Ergebnisse wurden gesammelt und in folgender Tabelle B.4 zusammengefasst. Diese dient der Projektgruppe als Unterstützung bei der Standortauswahl.

Tabelle B.4: Standortbewertung der Gewässerunterhaltsgruppen

**Vorfabrizierter Fischpass aus Holz oder Metall**

**Bewertung eines möglichen Standorts aus Sicht des Gewässerunterhalts**

**Bewertungen:**

- o : keine Angabe möglich
- : schlechte Voraussetzungen
- + : mittlere Voraussetzungen
- ++ : gute Voraussetzungen
- +++ : sehr gute Voraussetzungen

Kriterien Standorte	Hochwassersicherheit	Zufahrtsmöglichkeit Bau/Montage	Zufahrtsmöglichkeit Betrieb/Unterhalt	Verankerungsmöglichkeit am Ufer	Bemerkungen (z.B. Eigentumsverhältnisse)
<b>1. Aabach, Uster I (694 957 / 244 912)</b>					Links + rechts Ufer Steinmauer montieren Links einfacher Unterhalt Rechts Ufer Aufwand grösser
<b>2. Aabach, Uster II (695 002 / 244 818)</b>					Links Ufer einlauf Turbine Wehr Rechts Seilaufzug Wehr Land+ Wehr Privater Besitz
<b>3. Ellikerbach, Ellikon an der Thur I (704 224 / 268 774)</b>	++	+	+	++	Rechtsufrig schlechte Verankerungsmögl. Linksufrig, Problem gegenüber Gartenwirtschaft Rest. Steinfels und Auflandung
<b>4. Kefikerbach, Ellikon an der Thur II (704 045 / 268 310)</b>	++	-	-	-	Schlechter Zugang, Abklärung wem Bauwerk überhaupt gehört.
<b>5. Reppisch, Dietikon I (672 335 / 250 660)</b>	- 18m unterhalb Überfallkante Fussgängerbrücke	+	+	- Ufermauern li+re in schlechten Zustand	AWEL- Parzelle nur schmal im Überfallbereich . Einseitig Privateigentümer direkt an der Ufermauer. Befestigung schwierig im Bereich Fussgängerbrücke. Schlechter Zustand der alten Ufermauern.
<b>6. Reppisch, Dietikon II (672 208 / 249 977)</b>	++ Unterhalb der Überfallkante kein HW -Problem	- Schwierig mit Baugeräten	- Nur mit leichtem Gerät, Fusswege	++ Normale Böschung mit Wuhrsteinen befestigt	Böschungen als AWEL Parzellen ausgeschieden. Einbau ca. 100m ab Überfallkante möglich mit schwieriger Zufahrt. Durchfluss Reppisch bei Fussgängersteg mit Unterbau Zulauf für Mammori-Weiher keine Probleme bei HW.
<b>7. Surb, Niederweningen, (669 908 / 262 530)</b>	++ Überprüfen	+++ Gut Zugänglich	+++ Gut Zugänglich	+++ Verankerung in den Betonwänden	+++ AWEL Gebiet / Konzession Bucher Guyer Stauwehr Wasserentnahme Feuerwehr

## **B.5 Empfehlung für die Standortauswahl**

Folgendes Dokument stellt die Ergebnisse der eingehenden Standortuntersuchung sowohl des Standortes Aabach I, als auch Reppisch I, dar. Es ist die Grundlage für die Entscheidung der Projektgruppe, an welchem Standort der Prototyp realisiert werden soll.

# provisorischer Fischpass: Standortwahl

In die engere Auswahl wurden aufgrund der Sitzung vom 26. März 2013 die beiden Standorte Aabach I und Reppisch I aufgenommen. Die Stufen wurden nochmals besichtigt und wichtige Masse aufgenommen.

## Aabach I (694 957 / 244 912)



Abb. 1: Aabach I

### Ökologie

- + viele verschiedene Fischarten (12) aufgrund der Nähe zum Greifensee
- + viele Fischdaten, da sich unterhalb der Stufe eine Befischungsstrecke des ALN befindet
- zwischen dem Standort und dem Greifensee liegen einige Schwellen und Sohlrampen, welche bei geringem Abfluss für Fische unpassierbar werden könnten oder eine selektive Wirkung haben (Abb. 2 und 3)

Zuständiger Fischereiaufseher: Hr. Geuggis (044 940 37 77)



Abb. 2: Sohlschwelle am Aabach.



Abb. 3: Blockrampe am Aabach.

**Bau**

- + klassischer Absturz begünstigt Prototypencharakter
- + einfache Geometrie vereinfacht Geländeaufnahmen
- + der Einbau einer Kehre in der Fischtreppe ist möglich. Bei der Ausrüstung weiterer Standorte mit einem provisorischen Fischpass ist der Einsatz einer Kehre nicht unwahrscheinlich. Am Aabach besteht die Möglichkeit, die Kehre bereits am Prototypen zu testen (Abb. 4 und 5)
- + Zugang zum Gewässer verhältnismässig einfach. Lediglich der Bewuchs und die starke Verkrautung der Böschungen ist hinderlich.



Abb. 4: Linkes Ufer am Aabach. In der rechten Bildhälfte oberhalb der Blocksteine kann eine Kehre angeordnet werden.



Abb. 5: Rechtes Ufer am Aabach. In der linken Bildhälfte oberhalb der Blocksteine kann eine Kehre angeordnet werden.

### Wasserführung

Der Standort liegt ca. 100 m unterstrom der Wasserfassung des Kleinkraftwerks Turicum.

- + AWEL-Messstation liefert genaue Daten zur Abflussmenge. Gemessen wird oberhalb des Kraftwerks
- Der Standort liegt in der Restwasserstrecke des Kraftwerks
- Das Kraftwerk darf gemäss Konzession 3.2 m<sup>3</sup>/s entnehmen
- Die Konzession schreibt keine Restwassermenge vor
- Turbinierte Wassermenge und Restwassermenge werden nicht gemessen
- + Im Wehr ist ein Wasserdurchlass (Abb. 6) angeordnet. Gemäss Konzession darf dieses Loch jedoch jederzeit verschlossen werden. Am Wehr bestehen sehr viele undichte Stellen
- + Bis in einem Jahr sollten die geforderten Restwassermengen am Aabach durch das AWEL ermittelt sein. Die Umsetzung dürfte je nach Wehrtyp länger gehen (max. weitere 5 Jahre).
- Auskunft durch ARA-Mitarbeitende (die ARA Jungholz Uster entwässert kurz vor dem Greifensee in die Restwasserstrecke): Im Sommer ist der Aabach meist nur ein Rinnsal. Im Hochsommer 2003 ist das Flussbett so gut wie trocken gefallen. Die ARA leitet der Restwasserstrecke 400 – 500 l/s zu.



Abb. 6: Das Wehr des Kraftwerks Turicum Niederuster weist ein Loch auf, durch welches eine geringe Restwassermenge das Wehr durchströmt. Bei geringer Wasserführung ist das Wehr entgegen dem Bild nicht überströmt.

## Reppisch I (672 335 / 250 660)



Abb. 7: Reppisch I

### Ökologie

- + viele verschiedene Fischarten (13), welche aus der Limmat aufsteigen können
- Fischdaten von nur einer einzigen Befischung vorhanden
- + zwischen dem Standort und der Limmat befinden sich keine Hindernisse

### Bau

- Einbau nur am rechten Ufer (Lockströmung), welches nicht so gut zugänglich ist
- + der Einbau einer Kehre in der Fischtreppe ist nicht nötig und nicht möglich. Dies vereinfacht den Bau.
- Der Fischpass muss mit einer Steigung von ca. 10 bis 12 % eingebaut werden. Diese Neigung entspricht dem absoluten Maximum von Borsten- und Vertical-Slot-Pässen (Abb. 8)



Abb. 8: Rechtes Ufer an der Reppisch.

### Wasserführung

- + Eine nahe gelegene AWEL-Messstation liefert genaue Daten zur Abflussmenge

## **Empfehlung**

Baulich ist der Aabach zu bevorzugen. Obwohl die Abflussmenge unterhalb des Kraftwerks vermuten lässt, dass der Fischpass nicht das ganze Jahr in Betrieb sein kann, ist dies aus ökologischer Sicht kein Ausschlusskriterium. Diese Aussage wird durch das Vorhandensein verschiedener und zahlreicher Fische bei den Befischungen unterstrichen.

Gerne erhalten wir in den nächsten Tagen Ihre Rückmeldungen.

15.04.2013

## **Anhang C**

### **Ökomorphologische Karte des Aabaches inklusive Befischungsdaten der Jagd- und Fischereiverwaltung**

In den folgenden 3 Karten ist die Gewässerökomorphologie des Aabachs vom Greifensee bis zur Gemeindegrenze Uster abgebildet. Die Grundlage dazu sind Ausschnitte der Landeskarten des Bundesamts für Landestopographie swisstopo im Massstab 1:5'000. Auf den Karten sind sowohl die Abschnittsklassifizierungen ersichtlich, als auch alle Hindernisse eingezeichnet. Zusätzlich wurden alle Standorte Aabach I-IV mit roten Kreisen und grüner Schrift markiert und die Befischungsdaten der Jagd- und Fischereiverwaltung eingetragen. Die roten Dreiecke sind die Standortmarkierungen der Befischung.

# Gewässer-Ökomorphologie

## Legende

### Abstürze

- Natürlich (bis 70 cm)
- Natürlich (über 70 cm)
- Künstlich (bis 70 cm)
- Künstlich (über 70 cm)
- unklassierter Absturz

### Bauwerke

- Sohlrampe rauh (bis 70 cm)
- Sohlrampe rauh (über 70 cm)
- Bauwerk mit Absturz (bis 70 cm)
- Bauwerk mit Absturz (über 70 cm)
- Bauwerk ohne Absturz

### Abschnittsklassifizierung

-  Natürliche, naturnah
-  Wenig beeinträchtigt
-  Stark beeinträchtigt
-  Künstlich, naturfremd
-  Eingedolt
-  Nicht klassiert

-  Kantonsgrenzen
-  Bezirksgrenzen
-  Gemeindegrenzen

-  Seen

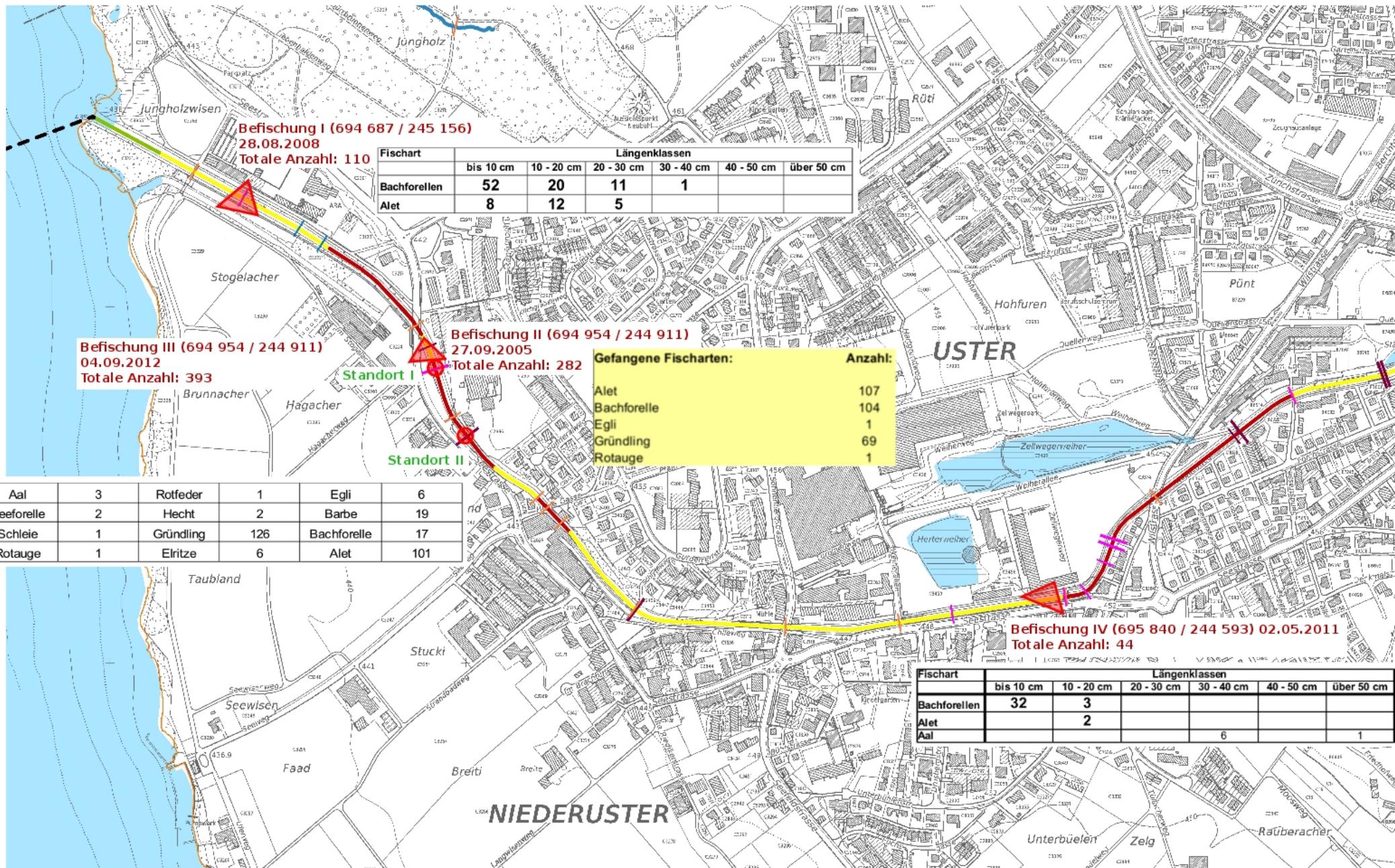
**Landeskarten** 1:25'000 bis 1:500'000: © swisstopo (5704001878);  
**Übersichtsplan:** © GIS-ZH

(c) 2013 swisstopo (JD100042 / JA100120)



### Aabach Karte 1

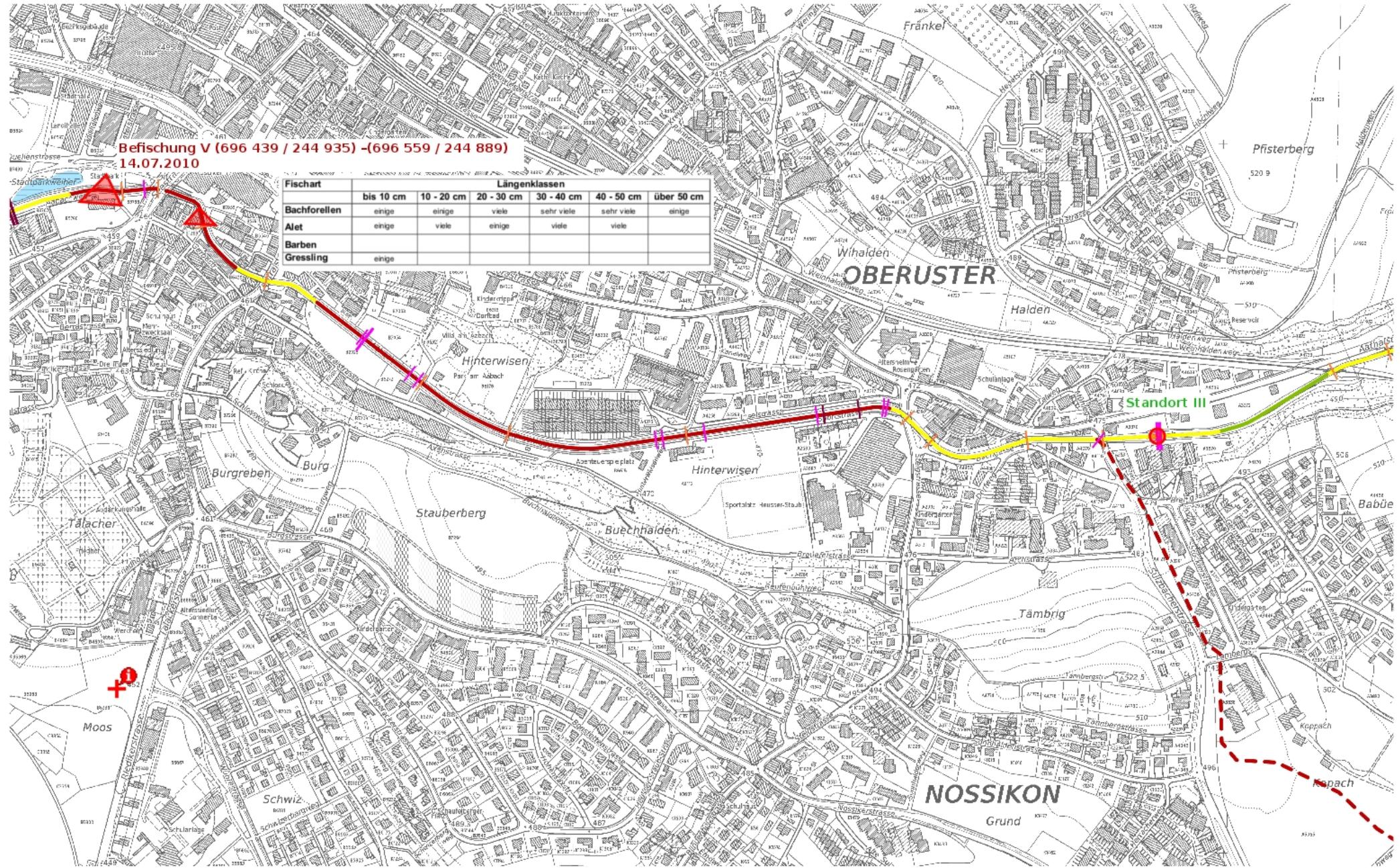
Befischung I - VII und Standorte I - IV





## Aabach Karte 2

Befischung I - VII und Standorte I - IV

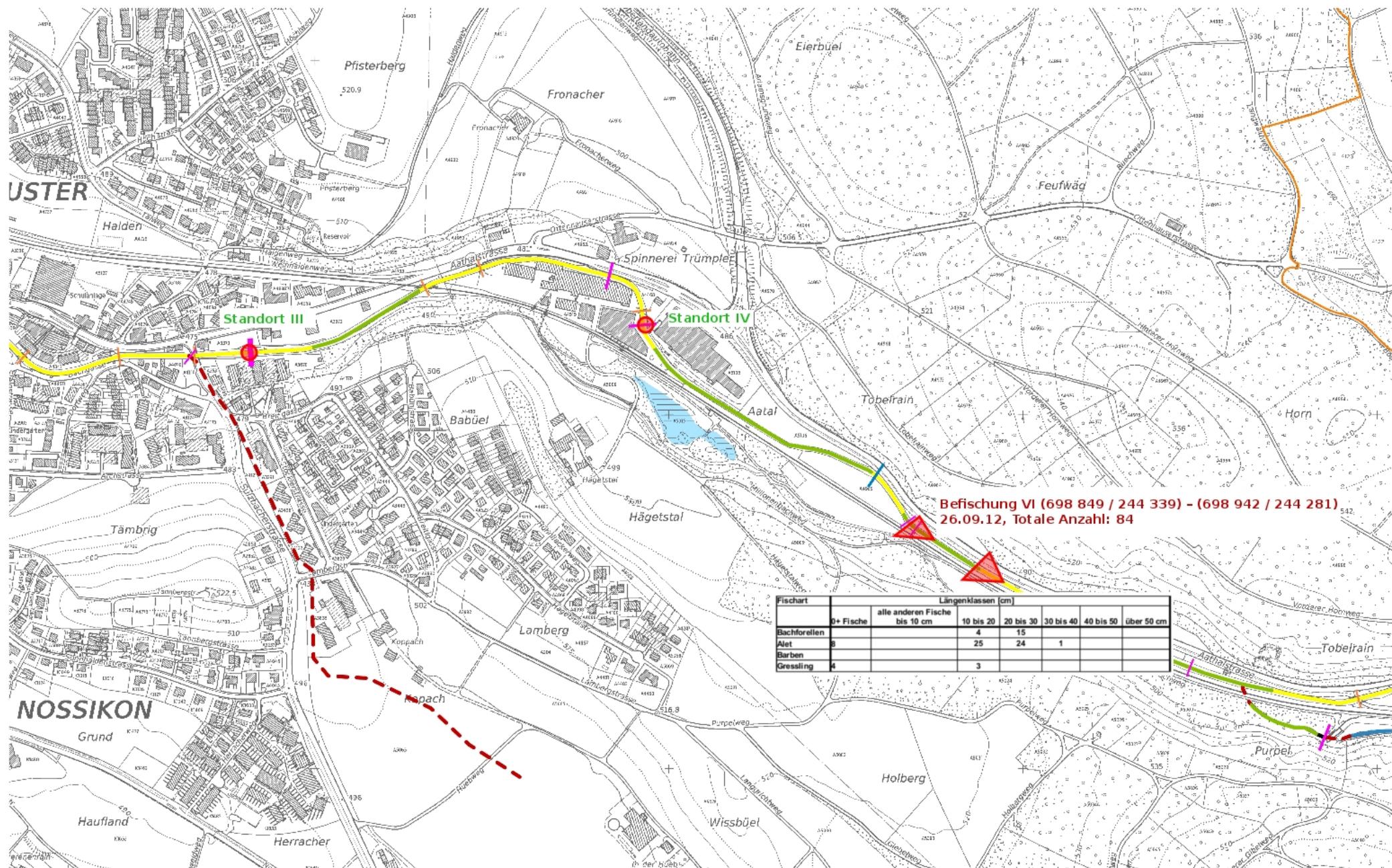




### Aabach Karte 3

Befischung I - VII und Standorte I - IV

0 50 100 150m



## Anhang D

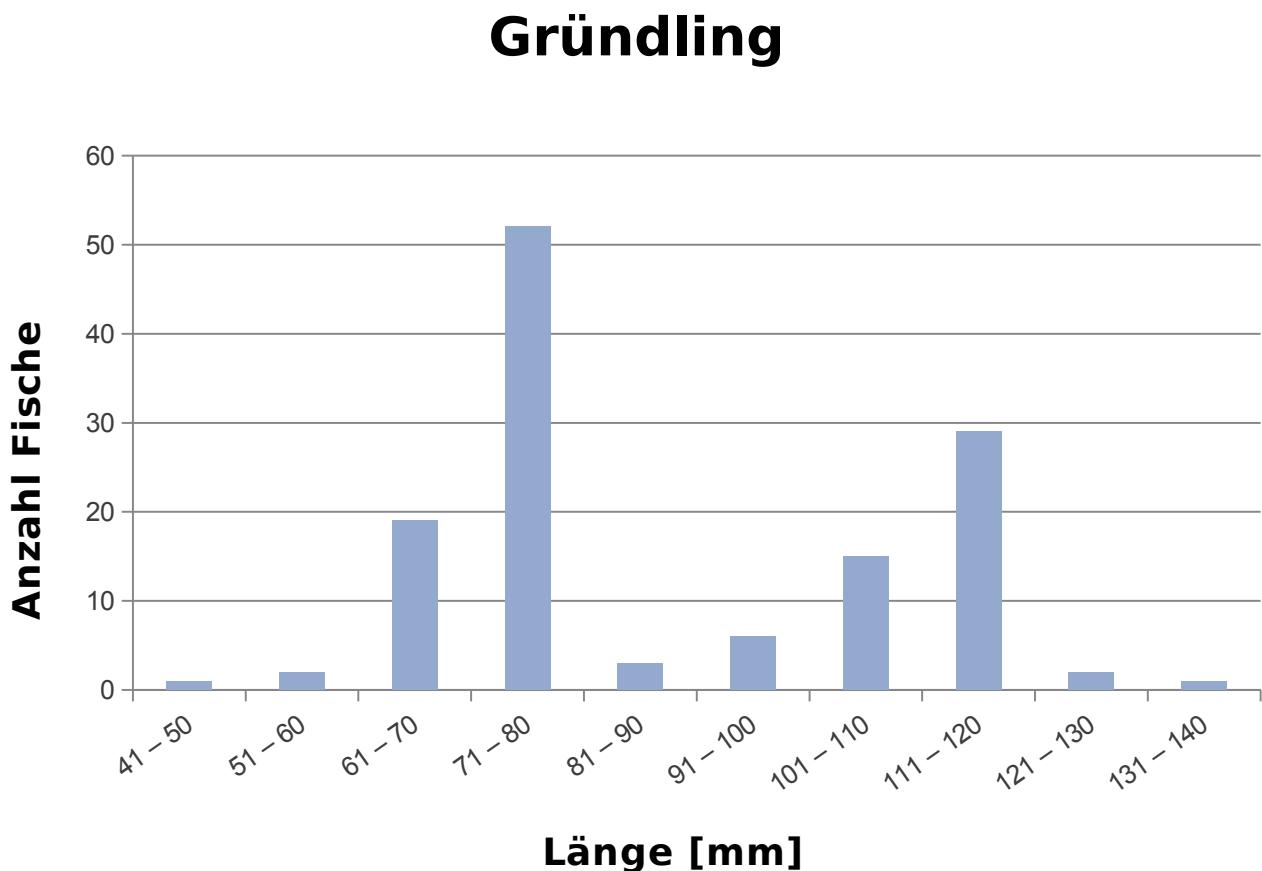
### **Befischungsdaten der Fischerei- und Jagdverwaltung vom 04.09.2012**

Folgende Diagramme stellen die Grössenverteilung der gefangenen Tiere der Befischung des Kantons vom 04.09.2012 dar.

# Standortevaluation

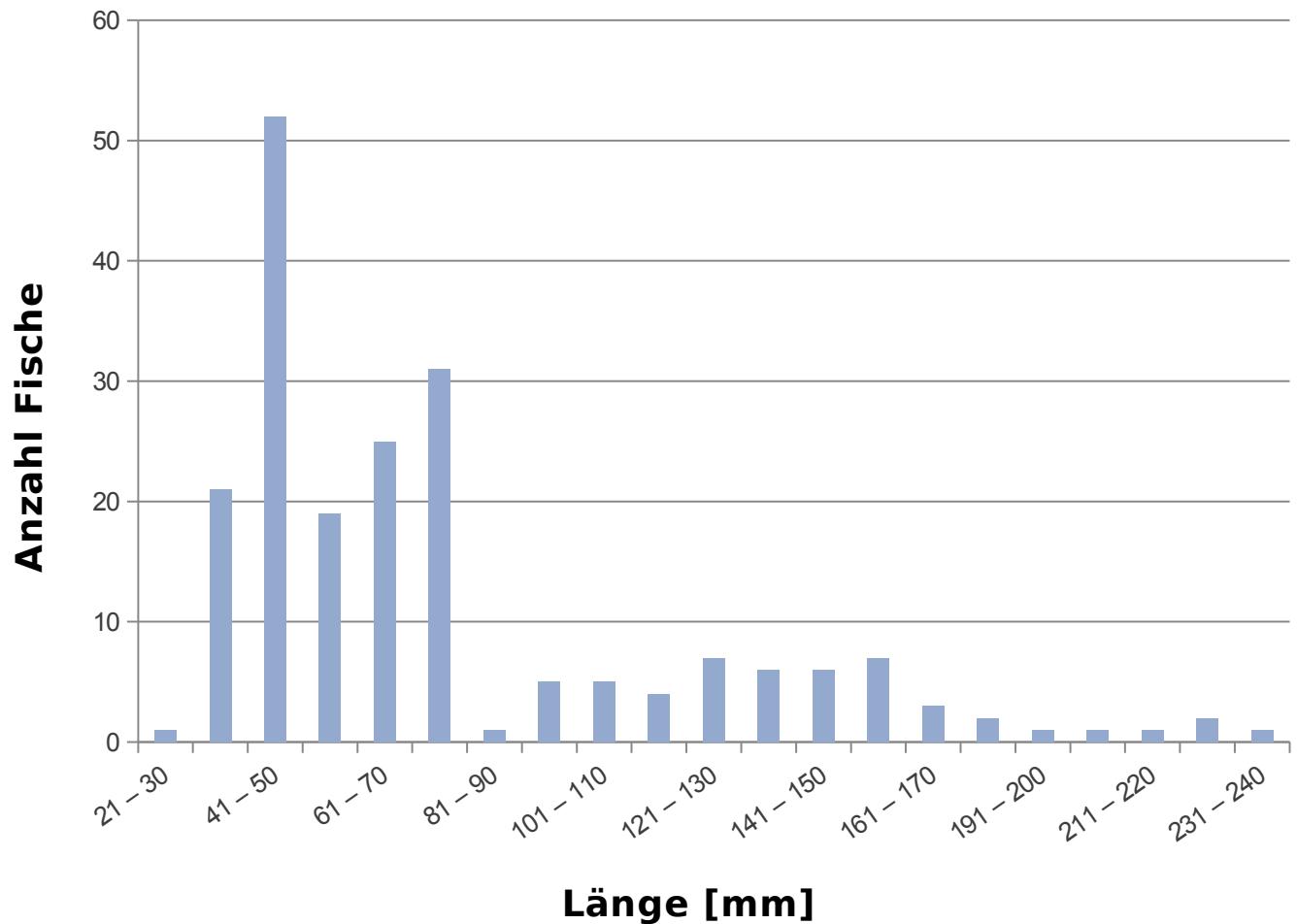
Befischungsdaten und Geschwindigkeitsmessungen

1. Niederuster 04.09.2012



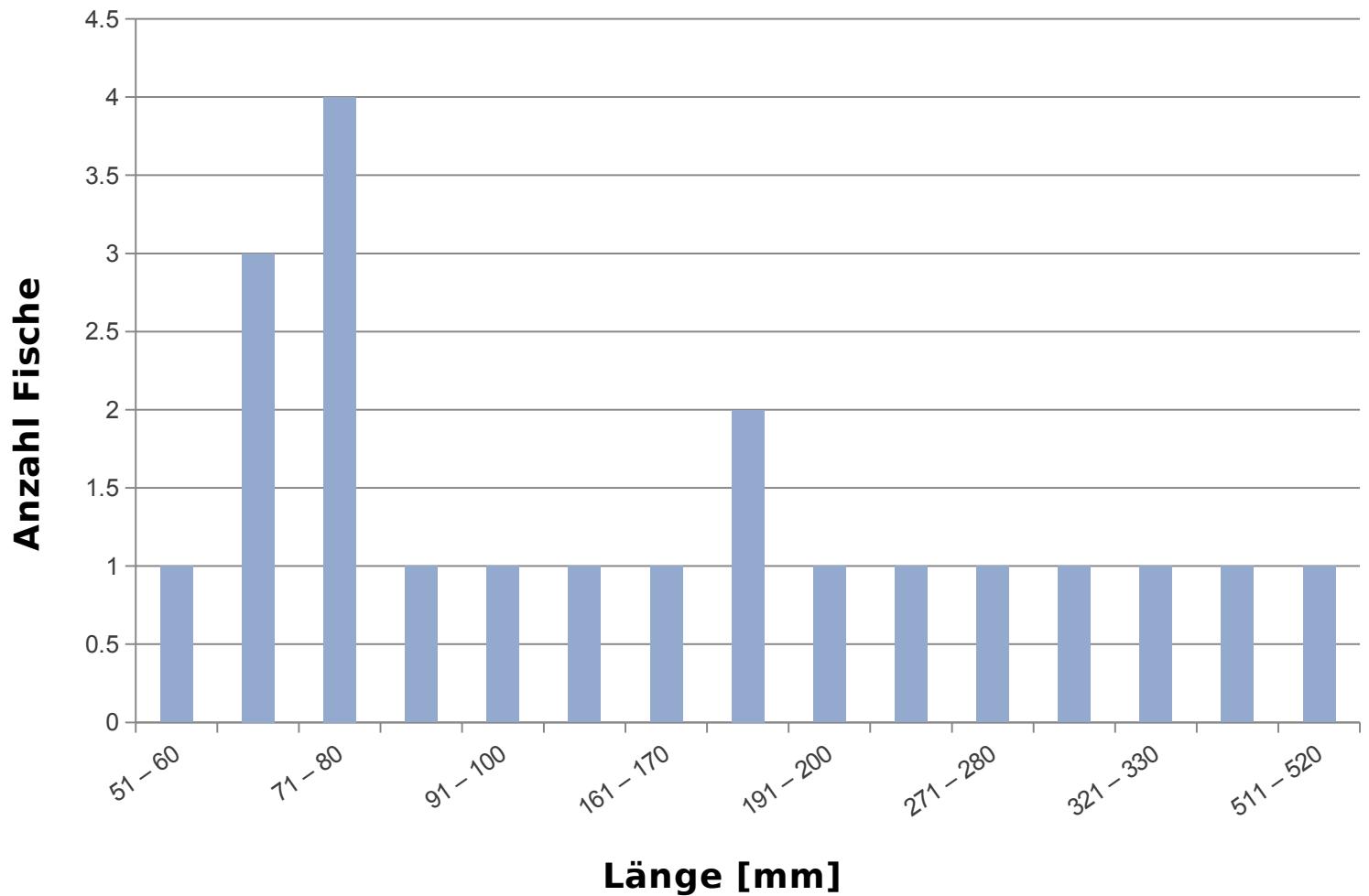
Totale Anzahl Gründlinge: 47

# Alet



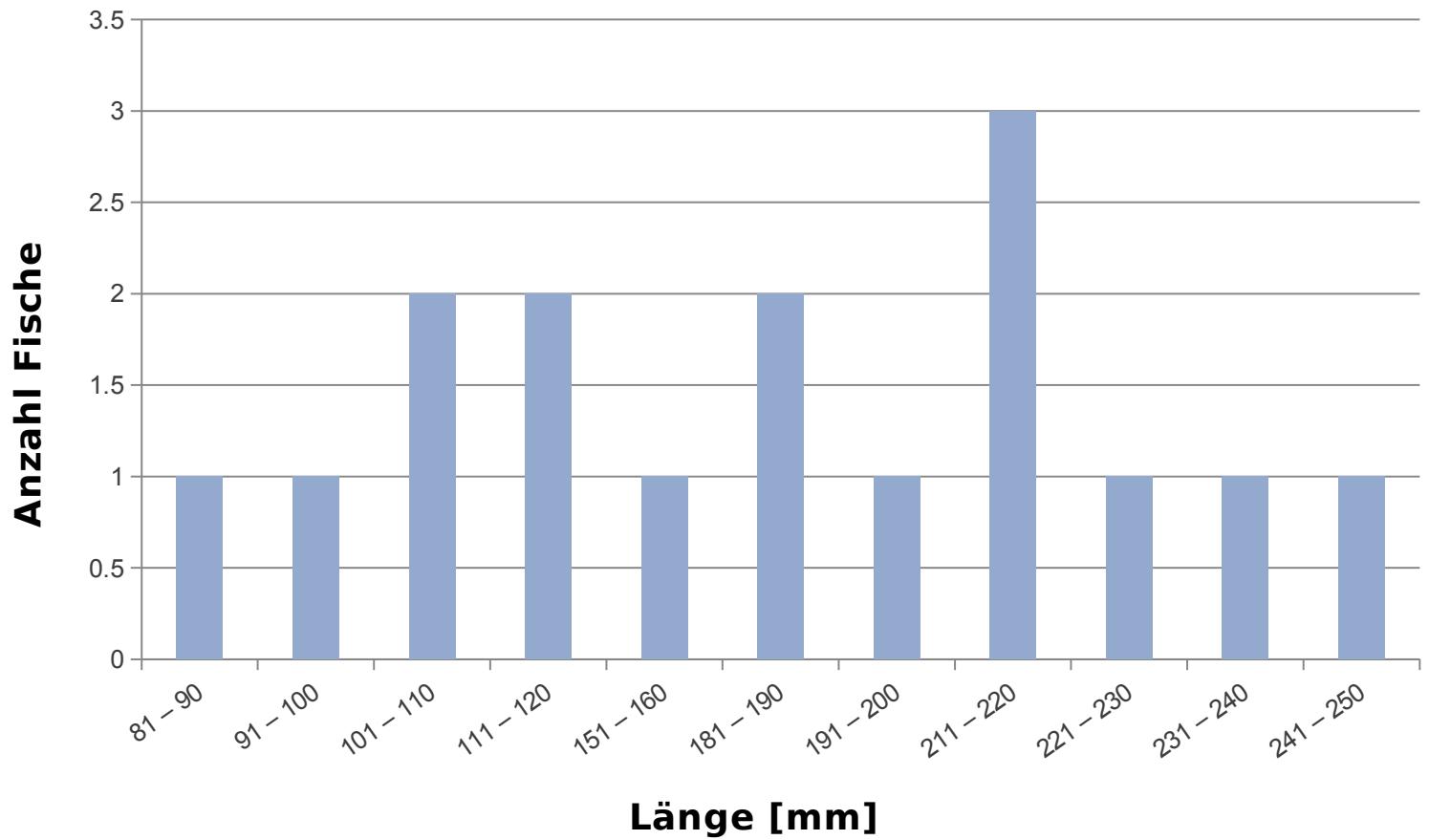
Totale Anzahl Alet: 88

# Barbe



Totale Anzahl Barben: 21

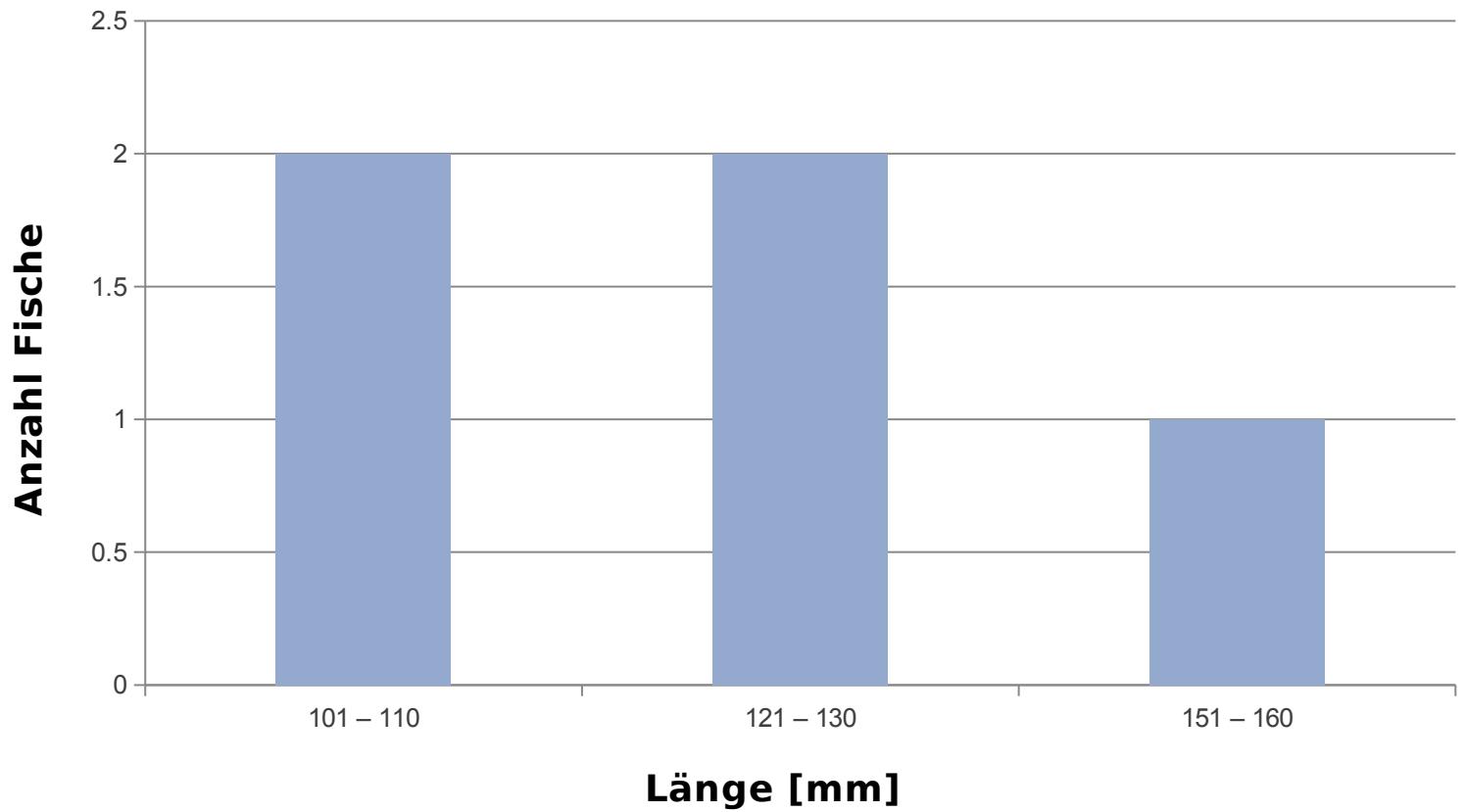
# Bachforelle



Totale Anzahl Bachforellen: 17

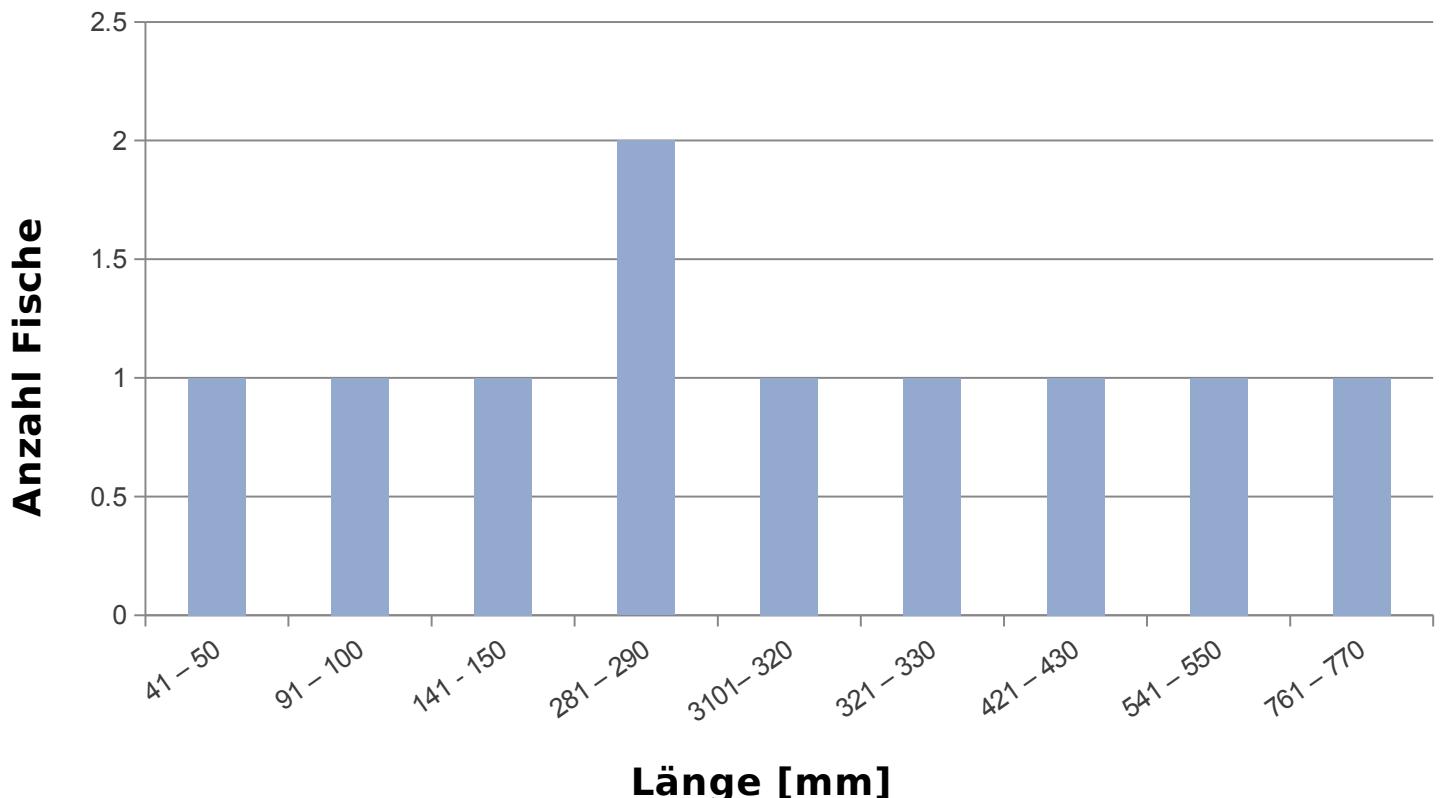
# Egli

sub-title



Totale Anzahl Egli: 5

# Sonstige



Totale Anzahl Sonstige: 10

Sonstige = Schleie, Rotfeder, Rotauge, Seeforelle, Hecht, Aal

## Anhang E

### Relative Dichten und relative Biomasse der Befischungen der Fischerei- und Jagdverwaltung

Die Tabellen 13 zeigt die relative Dichte und relative Biomasse der Befischung der Fischerei- und Jagdverwaltung des 04.09.2012, hochgerechnet auf die Fläche von einem Hektar. In Tabelle 14 ist die relative Dichte der Befischung des Kantons Zürich vom 27.09.2005 dargestellt, es liegen keine Daten zu den Gewichten der Tiere vor.

*Tabelle 13: Relative Dichte und relative Biomasse der Befischung vom 04.09.2012 basierend auf Daten des Modulstufenkonzept Fische Stufe F, Fischerei- und Jagdverwaltung Kanton Zürich*

Art	Dichte [Anzahl/ha]	Biomasse [g/ha]	Anzahl
Aal ( <i>Anguilla anguilla</i> )	22	3437	3
Alet ( <i>Squalius cephalus</i> )	1503	111	203
Bachforelle ( <i>Salmo trutta fario</i> )	133	422	18
Barbe ( <i>Barbus barbus</i> )	148	859	20
Egli ( <i>Perca fluviatilis</i> )	37	156	5
Elritze ( <i>Phoxinus phoxinus</i> )	37	22	5
Gründling ( <i>Gobio gobio</i> )	933	59	126
Hecht ( <i>Esox lucius</i> )	15	1193	2
Rotauge ( <i>Rutilus rutilus</i> )	7	252	1
Rotfeder ( <i>Scardinius erythrophthalmus</i> )	7	7	1
Schleie ( <i>Tinca tinca</i> )	7	81	1
Seeforelle ( <i>Salmo trutta lacustris</i> )	15	2140	2

*Tabelle 14: Relative Dichte und relative Biomasse der Befischung vom 27.09.2005 basierend auf Daten des Modulstufenkonzept Fische Stufe F, Fischerei- und Jagdverwaltung Kanton Zürich*

Art	Dichte [Anzahl/ha]	Anzahl
Alet ( <i>Gobio gobio</i> )	1178	106
Gründling ( <i>Squalius cephalus</i> )	756	68
Bachforelle ( <i>Salmo trutta fario</i> )	1144	103
Egli ( <i>Perca fluviatilis</i> )	11	1
Rotauge ( <i>Rutilus rutilus</i> )	11	1

## **Anhang F**

### **Eigenständigkeitserklärung**

## Eigenständigkeitserklärung

Die unterzeichnete Eigenständigkeitserklärung ist Bestandteil jeder während des Studiums Umweltnaturwissenschaften verfassten schriftlichen Arbeit (auch der elektronischen Version). Im Falle von Bachelor- und Masterarbeiten ist eine Kopie dieses Formulars dem Diplomantrag beizulegen.

Ich bestätige, die vorliegende Arbeit selbstständig und in eigenen Worten - ausgenommen Korrekturvorschläge - verfasst zu haben.

Titel der Arbeit:

**Ökologische Grundlagen und Standortevaluation für die Realisierung des Prototyps eines Fischpasses**

Verfasst von:

Name

**Baier**

Vorname

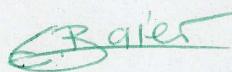
**Eva**

Ich bestätige mit meiner Unterschrift:

- Ich habe keine im Merkblatt [www.ethz.ch/students/exams/plagiarism\\_s\\_de.pdf](http://www.ethz.ch/students/exams/plagiarism_s_de.pdf) beschriebene Form des Plagiats begangen.
- Ich habe alle Methoden, Daten und Arbeitsabläufe wahrheitsgetreu dokumentiert.
- Ich habe keine Daten manipuliert.
- Ich habe in der Danksagung alle Personen erwähnt, welche die Arbeit wesentlich unterstützt haben.
- Ich verstehe die oben genannten Regeln.

Ich nehme zur Kenntnis, dass die Arbeit eventuell mit elektronischen Hilfsmitteln auf Plagiate überprüft wird.

Zürich, 27.7.13



Ort, Datum

Unterschrift\*

\* Bei Gruppenarbeiten sind die Unterschriften aller Verfasser und Verfasserinnen erforderlich. Durch die Unterschrift bürgen sie gemeinsam für den gesamten Inhalt dieser schriftlichen Arbeit.