

Der Einfluss von Barrieren auf die Verteilung von Fischen in kleinen Bächen: Fallstudien im Suhretal



**Diplomarbeit Oktober 2006
Thomas Ammann, Student der Biologie
Fachrichtung A1: Ökologie und Evolution
ETH Zürich**

Betreut durch Dr. Armin Peter, EAWAG

Abstract

Seitengewässer beeinflussen Hauptströme signifikant in chemischer, physikalischer und biologischer Hinsicht. Um die Wichtigkeit solcher Gewässer bezüglich Fischfaunadiversität zu dokumentieren, wurden 15 Seitenbäche der Suhre befischt. Es stellte sich heraus, dass die Mündung den wichtigsten Bereich für die Artenvielfalt eines Gewässers darstellt. Bei einer fischunfreundlichen Mündung leidet das Artenspektrum im Seitengewässer. Nur wenige Fische sind genug sprungstark, um Hindernisse an einer Mündung überspringen zu können. Die Folgen eines Artendefizits in den Seitengewässern sind Störungen im Ökosystem. Da die verschiedenen Fischarten unterschiedliche Nischen besetzen ist eine natürliche Artenzusammensetzung wichtig. Ein gestörtes Gleichgewicht kann zur unnatürlichen Vermehrung eines Opportunisten führen. Ausserdem dienen Seitengewässer den Fischen als Laichplätze oder bieten Ausweichmöglichkeiten für temporäre Störungen im Hauptstrom. Von den 15 untersuchten Seitengewässern konnten 6 Mündungen als durchgängig, 2 als bedingt durchgängig und 7 als nicht durchgängig eingestuft werden. Insgesamt wurden 11 verschiedene Fischarten verzeichnet. In allen durchgängigen Mündungen wurden 3 oder mehr verschiedene Spezies gefangen. In den nicht durchgängigen Mündungen wurde nur die Bachforelle gefangen. Um das Sprungvermögen der Bachforelle zu testen, wurde ein Experiment im Rotbach durchgeführt. 94 Bachforellen wurden oberhalb einer 32 cm hohen Schwelle abgefischt markiert und unterhalb der Schwelle wieder ausgesetzt. Danach wurde oberhalb der Schwelle wieder gefischt. Das Hindernis wurde 66 mal durch markierte Forellen überquert. Die kleinsten Individuen, welche die Schwelle, übersprangen waren 9 cm lang. Die Forellen zeigten demzufolge eine ausgesprochen hohe Standorttreue.

Die Seitengewässer der Suhre haben ein beachtliches Besiedlungspotential. Allerdings wird es in den meisten Bächen nicht ausgeschöpft. Das Problem liegt vielfach bereits an der verbauten Mündung. Verrohrungen kombiniert mit ansteigendem Gefälle stellten sich als besonders undurchgängig für Fische heraus.

Das Experiment im Rotbach zeigte, dass einjährige Bachforellen mindestens 30 cm hoch springen können.

Alle verwendeten Kartenausschnitte wurden reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (BA068147).

„Die Kunst der Beantwortung einer Funktionsfrage liegt nicht im Wie sondern im Wieso.“

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	5
1.1 Hintergrund	5
1.2 Untersuchungsgebiete	5
1.2.1 Suhre	5
1.2.2 Rotbach.....	6
1.3 Fragestellung	6
1.4 Hypothesen.....	6
2 Ökologische Theorie	7
2.1 Migration	7
2.2 Migration – Untersuchte Arten	10
2.3 Barrieren	14
2.3.1 Abstürze.....	16
2.3.2 Verrohrungen.....	17
2.3.3 Fischpässe (Nach der Studie von Knaepkens et al. 2006)	20
2.3.4 Strassen (Nach der Studie von Padrew 1998).....	20
3 Gewässer	21
3.1 Morphologie	22
4 Material und Methoden	30
4.1 Geräte	30
4.2 Betäubung.....	30
4.3 Datenaufnahme in den Seitengewässern der Suhre	30
4.4 Befischte Strecken und Hindernisse	31
4.4.1 Zusammenfassung	31
4.5 Experiment.....	42
4.5.1 Markierungen	42
4.5.2 Untersuchungsgebiet	42
5 Resultate	44
5.1 Allgemeines zu den Seitenbächen der Suhre.....	44
5.2 Gesamtübersicht.....	44
5.3 Seitenbäche	46
5.4 Experiment Rotbach	48
6 Diskussion	50
6.1 Seitenbäche der Suhre	50
6.1.1 Fehlende Arten	50
6.1.2 Verteilung, Qualität und Quantität der gefangenen Arten	52
6.1.3 Hindernisse	56
6.1.4 Mündungen	57
6.1.5 Ökomorphologie.....	58
6.1.6 Fazit: Verbesserung der Gewässer	58
6.1.7 Vorschläge zur Verbesserung und Kostenabschätzung	59
6.2 Experiment.....	61
7 Fazit	63
7.1 Schlussfolgerungen	63
7.2 Hypothesen.....	64
7.3 Ausblick.....	64
8 Dank	65
9 Literatur	66
10 Anhang	72

1 Einleitung

1.1 Hintergrund

Der Fisch ist ein Indikator für die Gesundheit des Ökosystems (Lopez 1999; Schager et al. 2004). Die wachsende Liste von Einflüssen der menschlichen Aktivitäten auf die Fische und speziell auf migrierende Fische führte zu einer Schwerpunktverlagerung der Nachforschungen über die Effekte von Barrieren für einzelne Fischarten zur ganzen migrierenden Fischpopulation. Dies führte zu dem Standpunkt, dass Fische nicht länger als „migrierende“ oder „nicht-migrierende“ Arten beschrieben werden können. Barrieren müssen in Zusammenhang mit der Ökologie des Fisches und seinem Verhalten gebracht werden (Baras et al. 2001). Denn sie führen dazu, dass Fische nicht den vollen Habitatumfang, der in einem Gewässer vorkommt, ausnutzen können (Ovidio et al. 2002). Der Einfluss von potentiellen Hindernissen auf die Migration der Fische ist nur wenig untersucht worden (Marmulla et al. 1996; Ovidio et al. 1996; Croze et al. 2000; Ovidio et al. 2000). Fischaufstiegshilfen werden zwar in letzter Zeit vermehrt gebaut, das beschränkt sich aber vor allem auf die Hauptströme der Fließgewässer (Ovidio et al. 2002). Im Allgemeinen ziehen die Fische zum Laichen die Seitenarme dem Hauptstrom vor (Ovidio et al. 2002). Ausserdem haben Studien gezeigt, dass Fische, wie zum Beispiel Vertreter der Thymalliden, Cypriniden, Esociden und Perciden, lange Distanzen innerhalb eines Gewässersystems zurücklegen, um ihre Laichgründe zu erreichen, diese Wanderungen aber auch aus ontogenetischen oder trophischen Gründen durchführen (Baras et al. 1989; Beaumont et al. 1997; Lucas et al. 1997; Lucas et al. 1997; Donnely et al. 1998; Hubert et al. 1998; Parkinson et al. 1999; Koed et al. 2000). Diese Erkenntnisse legen die Wichtigkeit der Restauration der Gewässer für die ungehinderte Bewegung der Fische in einem Gewässersystem nahe (Ovidio et al. 2002).

1.2 Untersuchungsgebiete

Es wurden zwei verschiedene Gewässersysteme untersucht, welche beide mit dem Sempachersee verbunden sind. Zum einen handelt es sich dabei um die Suhre, zum anderen um den Rotbach.

1.2.1 Suhre

Das Gewässersystem rund um die Suhre war ein Untersuchungsgebiet der vorliegenden Diplomarbeit. Das spezielle Interesse galt dabei der Durchgängigkeit der Seitengewässer für die verschiedenen Fischarten. Die Suhre ist ein 34.5 km langer Fluss im Schweizerischen Mittelland. Sie fliesst bei Sursee in 506 m.ü.M. aus dem Sempachersee und mündet bei Aarau, in 316 m.ü.M. in die Aare. Während ihres Weges durchquert sie die Kantone Luzern und Aargau. Es gibt eine Vielzahl von Zuflüssen, welche teilweise natürlich und teilweise stark verbaut sind. Die Wyna, die Ruederche und die Ürke sind die drei Hauptzuflüsse der Suhre. Diese drei Gewässer wurden aber auf Grund ihrer Grösse nicht in die Untersuchung einbezogen. Die Diplomarbeit konzentrierte sich auf 15 andere Zuflüsse, 3 im Kanton Aargau, 11 in Luzern und einer an der Kantonsgrenze. Die Auswahl der Bäche erfolgte aus verschiedenen Gründen. Neben den drei erwähnten Gewässern sind die ausgewählten Bäche die wichtigsten Zuflüsse der Suhre. Ausserdem spiegelt die Auswahl das ganze Spektrum der Morphologie der Zuflüsse wieder da die Untersuchungen an stark beeinträchtigten, schwach beeinträchtigten und naturnahen Gewässern durchgeführt wurde. Das Gleiche gilt für die Vielfalt

der Hindernisse. Untersucht wurden Gewässer ohne künstliche Hindernisse, mit scharfen Barrieren wie, z.B. Schwellen oder Eindolungen, und mit graduellen Barrieren, wie z.B. Gefälle oder Sohlensubstrat (Banarescu 1990).

1.2.2 Rotbach

Der Rotbach ist ein kleines Mittellandgewässer, welches im nordöstlichen Teil von Sempach in den Sempachersee fliesst. Der Bach ist 3.7 km lang. Etwa 200 m oberhalb der Mündung zum See liegt eine Schwelle von 30 cm Höhe. Weitere 500 Meter gewässeraufwärts liegt ein zweites Hindernis von 1 m Höhe. Die Strecke zwischen diesen zwei Hindernissen stellte das zweite Untersuchungsgebiet dar.

1.3 Fragestellung

Ein Teil der Diplomarbeit befasste sich mit der Frage nach der Wichtigkeit der Seitenbäche der Suhre als Lebensraum für die Fischfauna. Der Fokus richtete sich auf die Dispersion der Fische im Gewässersystem Suhre. Im Zusammenhang damit wurden die Hindernisse charakterisiert.

Der andere Teil bestand aus einem Experiment, welches am Rotbach durchgeführt wurde. Fische verschiedener Art (hauptsächlich Bachforellen) und Grösse wurden oberhalb der Schwelle gefangen, markiert und unterhalb der Schwelle wieder ausgesetzt. Als Ziel dieser Diplomarbeit stellte sich die Frage, welche Fische die Schwelle überspringen können.

1.4 Hypothesen

Im Zusammenhang mit der vorliegenden Arbeit wurden folgende Hypothesen aufgestellt:

Hypothese 1: Hindernisse beeinflussen die Besiedlung der Seitenbäche durch die Fische.
→Barrieren führen zu einer Selektion der Fischpopulation.

Hypothese 2: Hindernisse wirken artspezifisch.
→Die sensiblen Arten werden identifiziert und die Art der Selektion soll aufgezeigt und experimentell nachgewiesen werden.

Hypothese 3: Verrohrungen wirken als Barrieren für die Fische.
→Verrohrungen haben eine negative Auswirkung auf das Wanderverhalten der Fische. Im Zusammenhang damit werden die Verrohrungen typologisiert.

Hypothese 4: Morphologisch stark degradierte Strecken wirken als Barrieren.
→Ökomorphologisch bedenklich gestaltete Gewässer sind nicht attraktiv für eine Besiedlung durch Fische.

2 Ökologische Theorie

Wasser ist das kostbarste Gut der Erde. Alle Lebewesen sind auf diese Flüssigkeit angewiesen. Die einzigartige Struktur dieses einfachen Moleküls bewirkt, dass die verschiedensten biologischen Prozesse ablaufen können (Campbell et al. 2002). Es dient jedoch nicht nur als Lebensspender, sondern auch als Lebensraum für viele Organismen. In diesem Lebensraum stellt der Fisch unter anderem den Endverbraucher in der Nahrungspyramide dar (Hrbacek et al. 1961). Verschiedene Arten, sowie deren Juvenile und Adulte können sich in ihrem Nahrungsspektrum unterscheiden. Man differenziert zwischen piscivoren, benthivoren, zooplanktivoren, herbivoren und euryphagen Arten (Jungwirth et al. 2003). Die Grundlage für ein solches diverses Nahrungsangebot bildet ein strukturreiches Biotop (Campbell et al. 2002). Ein Biotop ist ein Lebensraum von bestimmten Tier- und Pflanzenarten, die spezifische Lebensbedingungen benötigen (Campbell et al. 2002). Faktoren, welche die natürliche Struktur eines Biotops demnach beeinflussen, sind zum Beispiel Temperatur, Niederschlag und Klima (Campbell et al. 2002). In aquatischen Systemen, speziell in Fliessgewässern, sind für die Fische ausserdem die Parameter Sauerstoff und Gefälle von zentraler Bedeutung (Peter 2005). Strukturreiche Biotope bringen zusätzlich eine abwechslungsreiche Habitatstruktur mit sich. Ein Habitat ist jener Teil der Biosphäre, wo eine spezielle Art leben kann, entweder temporär oder permanent (Krebs (1994), Peter (2005)). Für Fische sind Habitate Orte, an denen sie die idealen Lebensbedingungen vorfinden. Das heisst Wasserqualität, Laichareale, Futterplätze und Migrationswege bestimmen die Qualität der Habitate und die Zusammensetzung der Fischspezies (Hubert et al. 1998). Die zentrale Rolle in der Regulation der Lebensgemeinschaften eines Biotops fällt dem Endverbraucher zu (Campbell et al. 2002). Er ermöglicht ein Gleichgewicht im Ökosystem. Fehlt der Endverbraucher, kann in einem gesunden, natürlichen Ökosystem das Gleichgewicht zu Gunsten eines Opportunisten verschoben werden (Campbell et al. 2002). Daher ist es wichtig, dass Fliessgewässer, neben einer natürlichen und habitatreichen Strukturierung, eine intakte Längsvernetzung aufweisen, um den Fischen die Möglichkeit der Migration offen zu halten (Ulmann 1998). Ausserdem können sie so auf Veränderungen innerhalb des Systems reagieren.

2.1 Migration

Das Lebensstadium des Fisches bestimmt die Anforderungen an die Gewässerparameter Temperatur (Heggenes et al. 1993) und Wasserqualität (Cowx 1991). Die meisten Fische brauchen daher mehr als ein Habitat um ihren Lebenszyklus vervollständigen zu können (Fausch 1993; Wintersberger 1996). Für die Veränderung seiner Lebensbedingungen kann der Fisch in ein anderes Habitat migrieren, wie Abbildung 1 zeigt (Baras et al. 2001). Es werden drei Arten von Migration identifiziert (Heape 1931): gametische (für die Reproduktion), alimentarisches (Futter- oder Wassersuche) und klimatische (angenehmere klimatische Bedingungen). Northcote wandelte den klimatischen in einen „Flucht“-Term um, d.h. dass eine Migration auf Grund der ungünstigen Bedingungen stattfindet (Northcote 1978; Northcote 1984). Während Dispersion und Migration, bezogen auf terrestrische Systeme, meistens als zwei verschiedene Arten von Populationsverteilung angesehen werden, resultiert die passive Verbreitung im Medium Wasser, strukturiert durch gerichtete Ströme, in einer uniformen, aber graduellen, Richtungsbewegung der Mehrheit der Fischpopulation. Es ist deshalb eine offensichtliche Migration und wirkungsvolle Verbreitung in einem (Baras et al. 2001).

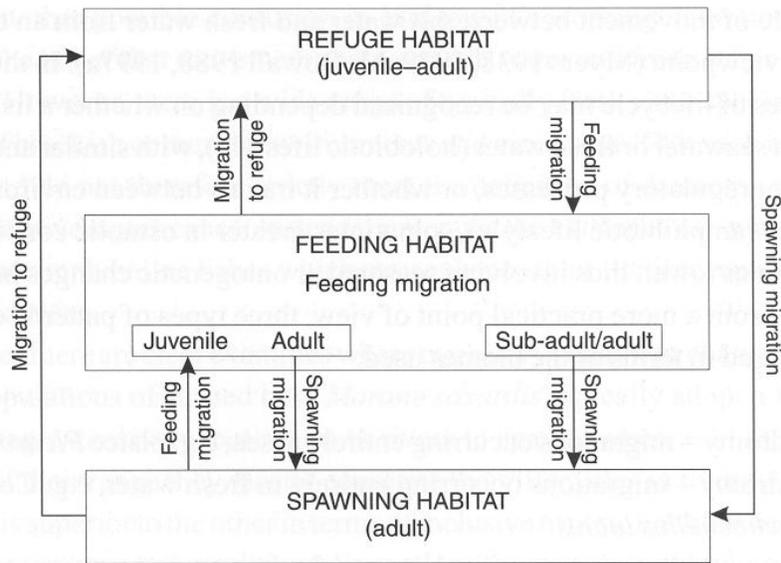


Abbildung 1: Schema der Migrationen im Leben eines Fisches aus Northcote (1978).

Jede Fischart migriert in kleinerem oder grösserem Rahmen (Ulmann 1998). Die Migrationen können von wenigen hundert Metern bis zu tausenden von Kilometern variieren (Northcote 1978). Die vielfach verwendete Klassifikation von Fischen in Lang- respektive Kurzdistanzwanderer und residenten Spezies scheint irreführend und von kleiner Wichtigkeit zu sein (Ulmann 1998). In der Terminologie der Migration unterscheidet man deshalb zwischen den drei folgenden Arten von Migration bezogen auf das Habitat Wasser (Wootton 1990; Baras et al. 2001):

- Ozeanodromie Migration innerhalb des Salzwassers
- Potamodromie Migration innerhalb des Süsswassers
- Diadromie Migration zwischen Salz- und Süsswasser

Die Diadromie kann in drei weitere Klassen unterteilt werden, die Anadromie, die Katadromie und die Amphidromie. Sie sind in Abbildung 2 dargestellt (Baras et al. 2001).

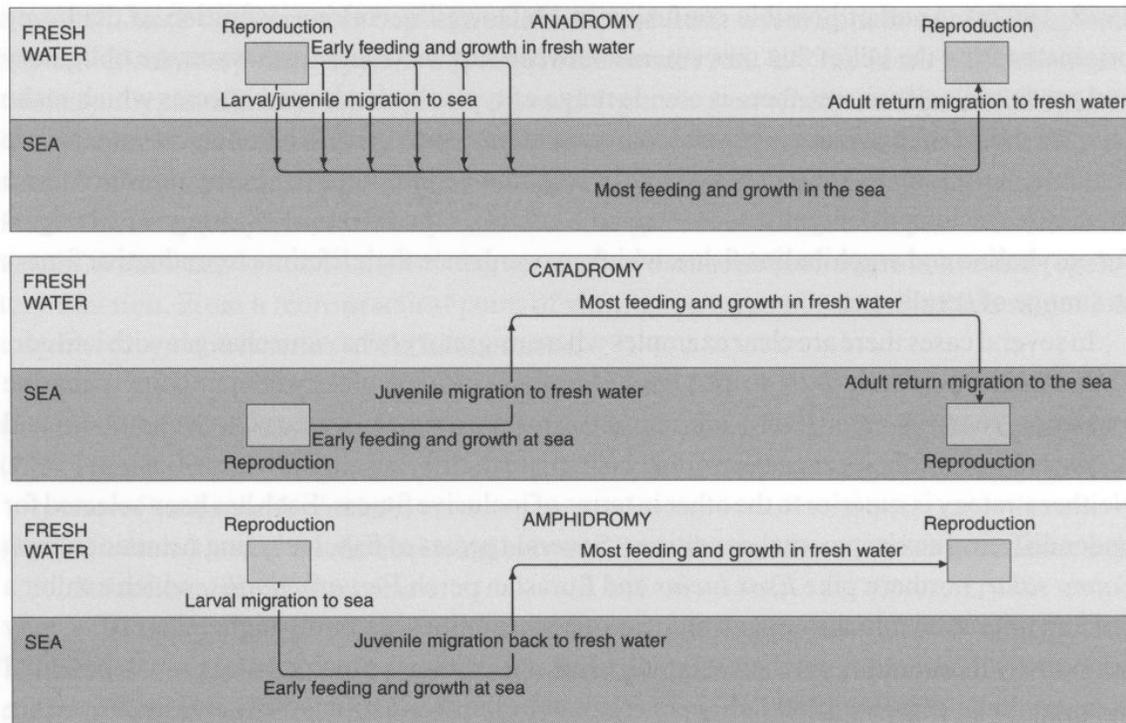


Abbildung 2: Schema der drei Unterklassen der Diadromie aus Baras (2001).

In der Schweiz gibt es nur diadrome und potamodrome Spezies (Ulmann 1998). Die meisten diadromen Spezies (*Lampetra fluviatilis*, *Salmo salar*, *Acipenser sturio*, *Aloas sp.*, *Salmo trutta trutta*) sind aber bereits auf Grund der Verbauung und Begradigung der Gewässer (Brookes 1994) ausgestorben. Die meisten Fische in schweizerischen Gewässern sind daher potamodrom und grösstenteils Cyprinide (Ulmann 1998). Auslöser von Migrationen können externe oder interne Faktoren sein (Baras et al. 2001). Zu den externen zählt man Faktoren, wie die Verfügbarkeit von Beute (Chapman et al. 1984), die Vermeidung eines Räubers (Smith 1992), Klima (Licht (Clough et al. 1997), Hydrologie (Northcote 1984), Meteorologie (Northcote 1984), Temperatur (Heggenes et al. 1993), Wasserqualität (Cowx 1991)) und „räumliche Veränderung“ (Displacement) (Baras et al. 2001). Zu den internen Faktoren werden ontogenetische Veränderungen (Näslund 1993), Hunger (Thomas 1977) und „Homing“ (Wootton 1990) gezählt. Es gibt Studien, welche ausserdem auf die Wichtigkeit verschiedener Habitate in einem Gewässer hinweisen (Knaepkens et al. 2006). Fische, die in Gewässern mit grosser Habitatvariabilität leben, legen ein weniger ausgeprägtes Migrationsverhalten an den Tag (Knaepkens et al. 2006). Andere Fische reagieren auf verschmutzte Gewässer mit Migration (Northcote 1995). Bei einer guten Längsvernetzung von Gewässern ist das Wiedereinwandern der Fische nach einer Verschmutzungswelle gewährleistet, sofern eine entsprechende Wasserqualität erreicht ist (Parkinson et al. 1999).

Rein physiologisch gesehen brauchen die Fische nur eine genügend starke Schwimm-muskulatur um migrieren zu können (Baras et al. 2001). Je mehr rote Muskulatur ein Fisch hat – die rote Farbe weist darauf hin, dass viele sauerstoffbindende Blutpigmente in der Muskulatur vorhanden sind und damit viel Energie erzeugt werden kann - desto schwimmstärker ist er (Altringham et al. 1986). Daher sind einigen Fischen aus anatomischen Gründen Migrationsgrenzen gesetzt. Es gibt auch andere Anpassungen zur Optimierung der Migration.

Spezies von *Oncorhynchus spp.* oder *Salmo spp.* müssen während der Migration keine Nahrung zu sich nehmen (Bernatchez et al. 1987). Dies ist einer der Schlüssel für die erfolgreiche Geschichte ihrer Migration (Baras et al. 2001).

Einige Fische, die über längere Distanzen wandern, akkumulieren als Energiespeicher Fetttröpfchen in die Muskeln oder Fettgewebe um den Verdauungstrakt (Idler et al. 1958; Saladaña et al. 1983; Leonard et al. 1999). Daraus kann abgeleitet werden, dass erfolgreiches Migrieren, und damit zusammenhängend das Laichen, eine Energiefrage ist (Saladaña et al. 1983). Speziell seine Laichgewässer und den Weg dorthin kennt der Fisch bestens (Stabell 1984; Dittmann et al. 1996). Die Energie, die er braucht, um dorthin zu gelangen ist deshalb genau berechnet (Forseth et al. 1999). Kommt während des Weges ein unerwartetes Hindernis, stört dies die Energiebilanz des Fisches und wirkt sich somit effektiv auf die Fitness aus (Baras et al. 2001). Ist eine ganze Population von diesem Effekt betroffen, kann, wie anfangs erwähnt, am Ende sogar das Ökosystem aus dem Gleichgewicht gebracht werden (Campbell et al. 2002).

2.2 Migration – Untersuchte Arten

Im Folgenden werden die Fische der Suhre und des Sempachersees vorgestellt und das Migrationsverhalten einiger Arten besprochen. In Tabelle 1 sind die Fischarten aufgeführt, welche in der Suhre und dem Sempachersee vorkommen (Faller et al. 2003; Brogli et al. 2004; Muggli 2006).

Tabelle 1: Die 18 Fischarten der Suhre und die 22 Fischarten aus dem Sempachersee.

Lateinischer Name	Deutscher Name	Suhre	Sempachersee
<i>Abramis brama</i>	Brachsen		•
<i>Alburnoides bipunctatus</i>	Schneider	•	
<i>Anguilla anguilla</i>	Aal	•	•
<i>Barbatula barbatula</i>	Schmerle	•	
<i>Barbus barbus</i>	Barbe	•	•
<i>Blicca björkna</i>	Blicke		•
<i>Chondrostoma nasus</i>	Nase	•	
<i>Coregonus sp.</i>	Felchen		•
<i>Cottus gobio</i>	Groppe	•	•
<i>Cyprinus carpio</i>	Karpfen		•
<i>Esox lucius</i>	Hecht	•	•
<i>Gobio gobio</i>	Gründling	•	•
<i>Lepomis gibbosus</i>	Sonnenbarsch		•
<i>Leuciscus cephalus</i>	Alet	•	•
<i>Leuciscus leuciscus</i>	Hasel	•	•
<i>Lota lota</i>	Trüsche		•
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Regenbogenforelle	•	•
<i>Perca fluviatilis</i>	Flussbarsch	•	•
<i>Phoxinus phoxinus</i>	Elritze	•	
<i>Rutilus rutilus</i>	Rotauge	•	•
<i>Salmo trutta fario</i>	Bachforelle	•	•
<i>Salmo trutta lacustris</i>	Seeforelle		•
<i>Sander lucioperca</i>	Zander		•
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Rotfeder	•	•
<i>Silurus glanis</i>	Wels		•
<i>Thymallus thymallus</i>	Äsche	•	
<i>Tinca tinca</i>	Schleie	•	•

Barbus barbus: Die Barbe ist sehr mobil in der Laichperiode. In Belgien, in den Flüssen Meuse und Ourthe, zeigen sie starke saisonale Periodizität in der Laichmigration mit einem Höhepunkt im Mai. Männchen und Weibchen wandern in die Laichgebiete, wobei die Weibchen längere Distanzen wandern. Während des Sommers werden die Migrationen stabiler und sie wandern nur in einer definierten Region sehr aktiv umher. Wanderungen gewässeraufwärts, in denen sie auch kleine Wehre überquerten (Baras et al. 2001), wurden in England beobachtet (Baras 1995). In anderen Studien wird beschrieben, dass die Wanderungen der Barben am Fusse von Abstürzen geblockt wurden (Ovidio et al. 2002).

Chondrostoma nasus: Steinman & Freyhof (1997) schreiben, dass die Nase bis zu 23 km am Tag gewandert sei (Steinman et al. 1997), es gibt aber auch Studien, welche von 10 km oder weniger berichten (Huber et al. 1998). Ebenso im Sommer zeigen sie starkes Migrationsverhalten, da ihre Grazingaktivitäten erfordern, dass sie immer neue Stellen von Periphyton finden (Dedual 1990; Baras et al. 2001; Zbinden et al. 2005). Die Verbreitung der Nase ist in den letzten Jahren unter anderem auf Grund von Barrieren, welche die Laichwanderungen und die Interaktion zwischen Populationen verhindern, zurückgegangen (Zbinden et al. 1996).



Abbildung 3: Groppe (*Cottus gobio*)

Cottus gobio: Die Groppe zeigt eine Präferenz für kleine Strömungsgeschwindigkeiten (Gaudin et al. 1990), kann aber auch in Abschnitten höherer Strömung gefunden werden (Baglinière et al. 1985). Die Groppe zeigt, zumindest während der Laichzeit Territorialverhalten (Smyly 1957). Vermutlich können Groppen Hindernisse von 18 – 20 cm nicht überqueren, wie von Tomlinson publiziert wurde (Tomlinson et al. 2003). Barandun (1989) postuliert ebenfalls, dass eine Höhe von 20 cm ein unüberwindbares Hindernis für die Groppe darstellt (Barandun 1989). Da die meisten Gewässer solche Barrieren aufweisen, ist auch nicht klar wie weit sie wandern würden. Vordermaier (1999) schreibt, dass Sohlenstufen von 5 cm Höhe für die Groppe noch beschränkt passierbar seien (Vordermeier et al. 1999).

Esox lucius: Der Hecht macht ausserhalb der Laichperiode nur sporadische Langdistanzwanderungen (Cook et al. 1988). Die Wanderungen werden mehrheitlich durch erhöhte Temperaturen und Individuendichte ausgelöst (Baras et al. 2001). Eine Studie von Ovidio und Philippart (2002) zeigt dass der Hecht bis zu maximal 20 km wandert, um in seine Laichgewässer zu kommen und dabei verschiedene Hindernisse überquert. Wenn die Hindernisse allerdings eine Steigung von 20% oder eine Höhe von 20 cm überschreiten, scheint eine Weiterwanderung für den Hecht nicht möglich zu sein (Ovidio et al. 2002). Nach einer Studie, welche in der Themse in London durchgeführt wurde, zeigte der Hecht ein ausgeprägtes „Homing“-Verhalten. Das heisst, dass er die selben Orte zum Laichen aufsuchte wie seine Eltern (Langford et al. 1979).

Leuciscus cephalus: Die Migration von Aufwuchsgewässern zu Laicharealen wurde von Le-Louran (1996) dokumentiert (Le-Louran et al. 1996). Telemetriestudien zufolge kann die Migrationsstrecke des Alets von 1 km bis zu mehr als 30 km variieren (Baras et al. 2001). In der Spree, Deutschland, wiesen Fredrich et al. nach, dass der Alet



Abbildung 4: Alet (*Leuciscus cephalus*)

eine Laichwanderung von 13 km stromaufwärts durchgeführt hat. Die Spree ist ein eutropher Fluss, welcher durch hydrotechnische Baumassnahmen stark beeinflusst wurde, insofern, dass Kies zum Befestigen der schwachen Flussbank gebraucht wurde. Durch die uniforme Geschwindigkeit (0.5 ms^{-1}) und die stete abfliessende Wassermenge ($15 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$) bleiben die Flussbreite und -tiefe gleichmässig, obwohl es an einigen Stellen etwas tiefere Löcher gibt. Die Flussbank besteht grösstenteils aus Büschen, umgestürzten Bäumen, Schilf und Ästen. Stagnierende Gewässer waren einmal Mäander die von dem Hauptlauf abgeschnitten wurden. Die untersuchte, 32 km lange, Strecke wurde stromaufwärts von einem unpassierbaren Wehr und stromabwärts durch den Dämitzersee abgegrenzt. Eine Regulation durch ein Wehr verhindert Hochwasser, kann aber in plötzlichem Absinken des Wasserpegels resultieren, was gefährlich für die Eier und die Brut werden kann. Die Fliessgeschwindigkeit des Wassers in den Laichplätzen betrug 0.4 ms^{-1} , die Tiefe betrug 0.1 – 0.8 m und das Substrat war steinig, wo die meisten Eier vergraben waren (Fredrich et al. 2003). In der Telemetriestudie von Lopez (1999), wird beschrieben, dass der Alet Fliessgeschwindigkeiten von 0.7 ms^{-1} , sowie Gewässertiefen von 0.6 m bevorzugt.



Abbildung 5: Egli (*Perca fluviatilis*)

Perca fluviatilis: Nach der Studie von Knaepkens (2006) ist das Wanderverhalten des Flussbarschs ausgeprägter und von grösserer Signifikanz, wenn das Habitat homogen ist. Da der Flussbarsch zwischenzeitlich in Fischpässen gefangen wird, ist davon auszugehen, dass ein gewisses Wanderverhalten da ist. (Knaepkens et al. 2006).

Salmo trutta fario: Die Forelle zeigt während des Sommers Territorialverhalten und im Herbst können die Laichwanderungen durch Hochwasser ausgelöst werden (Baras et al. 2001). Forellen sind elegante und starke Schwimmer und speziell die Bachforelle besitzt hohe Springfähigkeiten. In einer Studie von Ovidio et al. (2002) wurde nachgewiesen, dass Forellen Hindernisse bis 1.1 m Höhe überspringen können. Sie stellten ausserdem fest, dass Forellen 4 m lange Strecken mit einer Steigung von 50% oder 23 m lange Strecken mit einer Steigung von 30% hochschwammen, falls das Gewässer folgende Bedingungen erfüllte. Der Pool vor einem Hindernis sollte mindestens doppelt so tief sein, wie der Fisch lang ist. Bei kontinuierlich ansteigenden Hindernissen sollte die Wassertiefe mindestens der Höhe des Fisches entsprechen (Ovidio et al. 2002). Vereinzelt Studien über das Sprungverhalten von Fischen der Gattung *Oncorhynchus* und *Salmo* wurden in Kanada und Grossbritannien durchgeführt

(Collins et al. 1962; Stuart 1962; Kondratieff et al. 2005). Laut Gallagher (1999) beträgt die maximale Sprunghöhe für die Bachforelle 0.8 Meter.

Phoxinus phoxinus: Die Elritze macht ihre Laichwanderungen im Mai. Sie wandert 250 m bis 1 km gewässeraufwärts bis sie offenes, flaches Wasser mit einem grobkörnigen Kiessubstrat findet (Baras et al. 2001). Elritzen mit einer maximalen Länge von 110 mm sind nicht mehr fähig, bei einer Wassertemperatur von 14-16.5°C und idealen Sprungverhältnissen, d.h. einem genügend tiefen Pool vorher und nachher, sowie ausreichendem Sauerstoff, ein Hindernis von 35 cm Höhe zu überspringen (Holthe et al. 2005).

Rutilus rutilus: In der Studie von Knaepkens et al. (2006) waren Rotaugen mit einer Grösse von 100 mm im Stande einen Beckenfischpass zu durchqueren. In der Studie durchschwammen 58 der 203 markierten Rotaugen den Fischpass. Pavlov (1989) gibt für das Rotauge eine Schwimmgeschwindigkeit von 0.91 bis 1.22 ms⁻¹ an.

Thymallus thymallus: Die Äsche wandert zwischen Überwinterungs-, Laich- und Sommerfütterplatz hin und her. Sie unternimmt von den Überwinterungsquartieren im Frühling eine Migration zu den Habitaten gewässeraufwärts (Baras et al. 2001). Die Adulttiere führen normalerweise nur kurze Laichwanderungen durch, aber in Ausnahmefällen wurde bis zu 100 km Distanz zum Laichplatz festgestellt (Holzner 2000). Nach dem Laichen kehren die Tiere wieder in die Stammareale zurück (Linlokken 1993). Die Äsche laicht im Frühling. Jedes Männchen verwendet einen einzelnen Laichplatz, wo auch territoriale Verteidigung beobachtet wird. Weibchen dagegen verwenden verschiedene Laichplätze (Poncin 1996). Auch Parkinson et al. (1999) berichtet für die Äsche im Allgemeinen einen kleinen Aktionsradius und Wanderungen von nur wenigen Kilometern. Allerdings ist sie fähig Hindernisse mit Steigungen bis zu 40% oder Höhen bis zu 85 cm zu überqueren (Ovidio et al. 2002).



Abbildung 6: Schleie (*Tinca tinca*)

Tinca tinca: Die Schleie bewohnt vor allem träge fließende Gewässer (Brachsenregion) und flache, warme Seen und Teiche mit dichten Pflanzenbeständen und Schlammgrund, in denen sie sich meist in Bodennähe aufhält. Im Winter wird die Nahrungsaufnahme eingestellt, die Schleie gräbt sich ein und hält einen „Winterschlaf“ (Muus et al. 1998).

Nach Schiemer und Waidbacher 1992 lassen sich die Fische in 5 Gruppen hinsichtlich ihrer Strömungspräferenzen unterteilen (Schiemer et al. 1992):

1. Rhitrale Arten: brauchen eine durchgehende Verbindung zwischen Haupt- und Nebengewässern (Seeforelle, Trüsche).
2. Rheophile Arten A: gesamter Lebenszyklus im Fluss und dessen Uferzonen (Bachforelle, Barbe, Nase, Äsche, Groppe, Schmerle, Elritze, Hasel, Alet).
3. Rheophile Arten B: sind zu bestimmten Zeiten im Lebenszyklus an strömungsberuhigte Nebengewässer gebunden (Altarme) (Trüsche, Gründling, Dorngrundel).

4. Eurytope, strömungsindifferente Arten: Diese Arten werden sowohl im Fluss wie auch in verschiedenen Typen der stehenden Gewässer gefunden (Aal, Rotaugen, Laube, Brachsen, Egli, Hecht, Wels, Karpfen).
5. Limnophile (stagniophile) Arten: Stillwasserfische, deren Lebenszyklus an pflanzenreiche, ruhige Gewässer gebunden ist (Rotfeder, Bitterling, Schleie, Moderlieschen, Moorgrundel).

In Tabelle 2 sind aus der Literatur die Sprunghöhen einiger Fischarten zusammengefasst.

Tabelle 2: Übersicht, der Sprunghöhen verschiedener Fischarten mit Literaturangabe.

Lateinischer Name	Sprungvermögen	Literatur
<i>Barbus barbus</i>	kleine Wehre	(Baras et al. 2001)
<i>Cottus gobio</i>	0.05 m	(Vordermeier et al. 1999)
<i>Esox lucius</i>	0.2 m	(Ovidio et al. 2002)
<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	2.4 m	(Reiser et al. 1985)
<i>Phoxinus phoxinus</i>	0.35 m	(Holthe et al. 2005)
<i>Salmo salar</i>	3.3 m	(Reiser et al. 1985)
<i>Salmo trutta fario</i>	0.8 m	(Reiser et al. 1985)
<i>Thymallus thymallus</i>	0.85 m	(Ovidio et al. 2002)
<i>Thymallus arcticus</i>	0.9 m	(Reiser et al. 1985)

2.3 Barrieren

Barrieren haben eine dreifache Bedeutung für die Biogeographie (Banarescu 1990):

1. Existierende Barrieren verhindern die Dispersion einer Art und halten die Isolation einer komplexen Fauna und Flora aufrecht.
2. Das Auftreten von Barrieren zerschneidet das Verbreitungsgebiet und trägt zur Ausbildung von neuen Arten bei (Isolation).
3. Das Entfernen von Barrieren ermöglicht die Ausweitung der Verbreitung oder führt zum gleichzeitigen Vorkommen (Sympatrie) von verwandten Taxa.

Die Gründe für den Bau einer Barriere sind unterschiedlich. Während des 19. und 20. Jahrhunderts wurden viele Gewässer auf der ganzen Welt zur elektrischen Nutzung, aus landwirtschaftlichen Gründen oder zur Regulation des Wasserpegels mit Dämmen oder Wehren versehen (Baras et al. 2001). Diese, künstlich errichteten Strukturen fragmentierten das kontinuierliche, aquatische System in isolierte Teilstücke. Damit wurden die Lebenszyklen von vielen Fischen gestört. Verschiedene spezifische Habitate, z.B. Laich- oder Fluchtplätze, konnten durch stromaufwärts oder –abwärts gerichtetes Wandern nicht mehr erreicht werden (Jungwirth et al. 1998). Barrieren verhindern nicht nur Laichwanderungen, sondern auch kompensatorische Wanderungen, welche auf Grund von Nahrungsumverteilung durch Hochwasser temporären Fluktuationen oder anderen Gründen unternommen werden (Fredrich et al. 2003). Andere direkte Effekte sind die Reduktion der verfügbaren Habitate und die Unterbindung des genetischen Flusses zwischen konspezifischen Fischpopulationen. Ausserdem verteilen sich die unterschiedlichen physischen Habitate und deren physiochemischen Charakteristika unnatürlich. Dies führt vielfach zu einer schnelleren

Erwärmung der Gewässer und damit zusammenhängend zu einer Senkung des Sauerstoffgehalts (Baras et al. 2001). So sind die Habitate vieler Fische auf kleine und oft isolierte Gebiete beschränkt, welche nur eine limitierte Anzahl an Individuen ertragen können (Pringle 1997). Solche Populationen sind durch Faktoren wie mangelnder Habitatvariation, demographischer Stochastik und reduzierter genetischer Diversität gefährdet (Meffe et al. 1997).

In der Schweiz beschäftigt sich unter anderem das Modul-Stufen-Konzept, welches vom BUWAL, dem BWG und der EAWAG 2005 publiziert wurde, mit der Beurteilung der Fließgewässer. Im Konzept Ökomorphologie Stufe S ist ein Punkt die Beurteilung der Durchgängigkeit eines Gewässers. Dabei werden 6 wichtige Klassen von potentiellen Störungen unterschieden. Diese sind Abstürze, Sohlrampen, der Mündungsbereich, hydrologische Durchgängigkeitsstörungen, weitere Bauwerke sowie Verrohrungen und Durchlässe (BUWAL 2005).

Auch Strassenunterquerungen stellen potentielle Barrieren für die Migration von Fischen dar (Padrew 1998). Die Verbauungen variieren von einfachen bis zu massiven, betonierten oder mit Erde gefüllten Strukturen. Einige sind saisonale Barrieren (Matthews et al. 1994), während andere im Effekt gleich sind wie Dämme (Winston et al. 1991). Abgesehen von den Salmoniden (Fausch et al. 1995) ist nur wenig bekannt über das Migrationsverhalten von Warmwasserfischen und über die Effekte von Strassenunterquerungen auf diese Fische (Peterson et al. 1993). Es gibt Studien welche zeigen, dass auch Kleinfische sehr mobil sind (Decker et al. 1992; Matheney et al. 1995) und unattraktive Gewässerstellen schnell wiederbesiedeln (Peterson et al. 1993). Dies steht im Gegensatz zu der traditionell gefassten Meinung, welche besagt, dass sie nur ein kleines Migrationsverhalten aufweisen (Gerking 1959). Es ist deshalb von Interesse die Auswirkungen der grossen Anzahl von Strassenunterquerungen und anderen Barrieren zu kennen. Das Potential, einer als Barriere wirkenden Strassenunter- oder überquerung hängt, wie bei den meisten Hindernissen, sehr wahrscheinlich mit der Fließgeschwindigkeit des durch die Verbauung strömenden Wassers zusammen (Padrew 1998).

Die Fließgeschwindigkeit hängt des weiteren vom Substrat der Gewässersohle ab (Bain 1999). Für die Bedeckung der Sohle werden die Partikel anhand ihrer Grösse in 6 Klassen unterteilt. Tabelle 3 zeigt die 6 Klassen (Cummins 1962):

Tabelle 3: Definition der Sohlenpartikel anhand der Grösse (Cummins 1962).

Substrattyp	Partikelgrösse [mm]
Stein (Boulder)	>256
Steinchen (Cobble)	64-256
Kiesel (Pebble)	16-63
Kies (Gravel)	2-15
Sand	0.06-1
Ton und Lehm (Silt and clay)	<0.059

Das Feinsediment (Partikel kleiner als 2mm) kann die Räume zwischen den grösseren Partikeln (boulder, cobble, pebble, gravel) ausfüllen. Dies verhindert den Wasseraustausch, der wichtig für die Qualität dieser Habitate im Hinblick auf bentische Mikroorganismen, kleine Fische, die überwintern, einige laichende Fische und die Befruchtung von Eiern ist. In Substraten, wo die Räume grösstenteils ausgefüllt sind, verlieren die Habitate an Qualität (Bain 1999). Der Grad der Einbettung der grösseren Partikel in das Feinsediment kann definiert werden (Platts et al. 1983), wie Tabelle 4 zeigt.

Tabelle 4: Definitionen für den Grad der Einbettung der grösseren Partikel (Cummins 1962).

Grad der Einbettung	Beschrieb
Unwesentlich	Die Oberfläche von Gravel, pebble, cobble und boulder particles sind < 5% mit Feinsediment bedeckt.
Klein	Die Oberfläche von Gravel, pebble, cobble und boulder particles sind 5-25% mit Feinsediment bedeckt.
Mässig	Die Oberfläche von Gravel, pebble, cobble und boulder particles sind 25-50% mit Feinsediment bedeckt.
Hoch	Die Oberfläche von Gravel, pebble, cobble und boulder particles sind 50-75% mit Feinsediment bedeckt.
Sehr hoch	Die Oberfläche von Gravel, pebble, cobble und boulder particles sind >75% mit Feinsediment bedeckt.

2.3.1 Abstürze

Unter Abstürzen versteht man natürliche oder künstliche Strukturen, bei denen senkrechte Wasserüberfälle dominieren (z.B. Schwellen, Wehre...) (BUWAL 2005). Nach dem Konzept Stufe F werden in der Schweiz nur Barrieren mit mehr als 20 cm Höhe beurteilt (Schager et al. 2004; BUWAL 2005). Dabei spielt die Bauweise der Abstürze eine entscheidende Rolle. Ein entsprechend gebautes Hindernis von 20 cm Höhe, kann eine grössere Hürde darstellen als ein 40 cm hohes Hindernis, welches „fischfreundlich“ gebaut ist. Es ist beispielsweise darauf zu achten, dass der Pool vor dem Absturz mindestens 1.25 mal der Höhe des Hindernisses entspricht (Reiser et al. 1985). Abbildung 7 zeigt, wie eine Schwelle für sprungstarke Fische gestaltet sein kann (Stuart 1962). Die Passierbarkeit eines Absturzes kann mit Hilfe einer Formel für die potentielle Sprunghöhe einer Fischart abgeschätzt werden (Gleichung 1). Die Geschwindigkeit v wird mit der 8- bis 12-fachen Länge des Fisches approximiert (Gallagher 1999) (Gleichung 2):

$$h = \frac{v^2}{2g} \quad \text{(Gleichung 1)}$$

$$h = \frac{8l^2}{2g} \quad \text{(Gleichung 2)}$$

Wobei h der Sprunghöhe einer Art, v der Geschwindigkeit, g der Gravitationskonstante und l der Länge des Fisches entspricht.

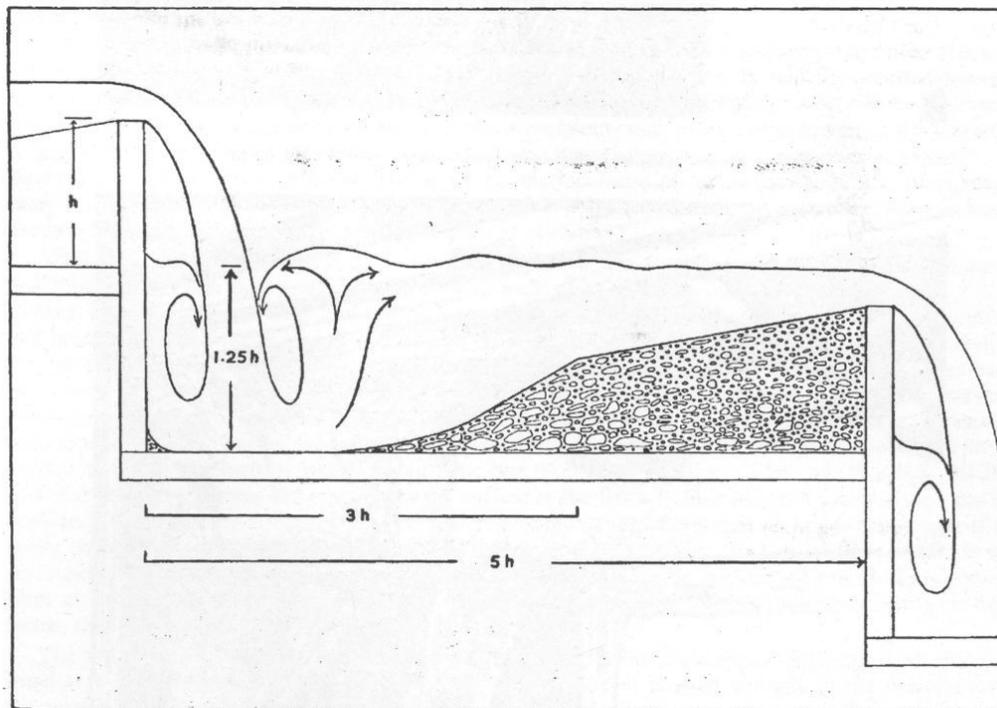


Abbildung 7: Mögliches Design, einer Schwelle, für springstarke Fische aus Stuart (1962).

2.3.2 Verrohrungen

Die Verrohrungen und Durchlässe werden auf Grund von vier Parametern (Länge, lichte Höhe, Substratkontinuität und Rauigkeit) beurteilt (BUWAL 2005). Für die Durchgängigkeit von Verrohrungen können aber andere, zusätzliche Faktoren noch eine Rolle spielen. Die folgenden Angaben stammen aus dem Bericht von Parker („Fish Passage - Culvert Inspection Procedures“) aus dem Jahr 2000:

Durchmesser (Genauigkeit $\pm 50\text{mm}$): Es wird jeweils die längste Strecke des Durchmessers genommen, egal ob die Verrohrung rund, oval oder eckig ist. Das empfohlene Mindestmass für die Tiefe ist 0.5 m und 1.5 m für die Breite.

Länge (Genauigkeit $\pm 1\text{m}$): Die Länge einer Verrohrung kann zu einer Barriere für den Fisch werden. Die Fische sind fähig auf kurze Distanzen schneller zu schwimmen als die Strömungsgeschwindigkeit in den Verrohrungen ist, dies gilt aber nicht bei längeren Distanzen. Die Länge wird dabei vom Anfang bis zur Ende der Verrohrung gemessen.

Strömungsgeschwindigkeit (ms^{-1}): Historisch bedingt wurden Verrohrungen mit einem Durchmesser von einem Drittel der natürlichen Breite des sie durchfliessenden Gewässers gebaut, damit das Wasser die Verrohrung so ungehindert durchfliessen konnte. Das heisst, innerhalb der Verrohrung gibt es keine Turbulenzen, da die Wände glatt sind. Wenn der Durchmesser der Verrohrung ein Drittel des Gewässers ausmacht, steigt die Strömungsgeschwindigkeit auf den dreifachen Wert der ursprünglichen Gewässerfliessgeschwindigkeit, die Energie demzufolge auf den neunfachen Wert. Da die Energie für die Durchquerung der Verrohrung mit der zunehmenden Fliessgeschwindigkeit innerhalb des Rohrs steigt ist dies

meistens der Grund dafür, dass der Fisch die Verrohrung nicht durchqueren kann. Wenn die Fliessgeschwindigkeit das einzige Hindernis für die Durchquerung des Fisches ist, sollte die Strömung mit Hilfe von „baffles“ (Leitplanken) oder Stauen der Verrohrung verlangsamt werden. Ein Neubau der Verrohrung mit einer kleineren Steigung kann die Geschwindigkeit ebenfalls erniedrigen.

Eine Fliessgeschwindigkeit von 7 ms^{-1} ist für jeden Fisch eine unüberwindbare Hürde. Die meisten Arten und Jungtiere könne schon bei einer Fliessgeschwindigkeit von 0.5 ms^{-1} nicht aufsteigen. Der Fisch muss im Stande sein, für eine genügend lange Zeit schneller zu schwimmen, als die Strömungsgeschwindigkeit im Innern des Rohres. Die Schwimmfähigkeit des Fisches hängt von verschiedenen Parametern wie Lebensabschnitt, Jahreszeit und Grösse ab (Tabelle 5).

Tabelle 5: Schwimmgeschwindigkeit verschiedener Fischarten.

Lateinischer Name	Schwimmgeschwindigkeit	Literatur
<i>Alosa alosa</i>	1.5 ms^{-1}	(Larinier et al. 1978)
<i>Cottus gobio</i>	$0.15\text{-}0.34 \text{ ms}^{-1}$	(Pavlov 1989)
<i>Oncorhynchus kisutch</i>	$0.5\text{-}6.6 \text{ ms}^{-1}$	(Parker 2000)
<i>Perca fluviatilis</i>	$0.56\text{-}1.26 \text{ ms}^{-1}$	(Pavlov 1989)
<i>Rutilus rutilus</i>	$0.91\text{-}1.22 \text{ ms}^{-1}$	(Pavlov 1989)
<i>Salmo trutta fario</i>	$0.9\text{-}4.3 \text{ ms}^{-1}$	(Parker 2000)
<i>Thymallus arcticus</i>	$0.8\text{-}4.3 \text{ ms}^{-1}$	(Parker 2000)

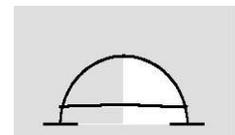
Steigung der Verrohrung (Genauigkeit $\pm 0.5\%$):

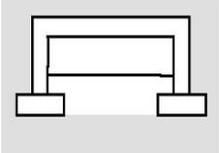
$$M_V = \frac{V_E - V_A}{L_V} \quad (\text{Gleichung 3})$$

Die prozentuale Steigung (M_V) der Verrohrung setzt sich aus dem Höhenunterschied von Anfang (V_A) und Ende (V_E) der Verrohrung und der Länge (L_V) zusammen. Wenn die Fliessgeschwindigkeit innerhalb der Verrohrung zur Barriere werden sollte, könnte die Reduzierung der Steigung die Fliessgeschwindigkeit derart beeinflussen, dass eine Passage ermöglicht würde. Die Reduktion der Fliessgeschwindigkeit bewirkt, dass der Fisch weniger Energie aufwenden muss um die Verrohrung zu durchqueren. Für eine Verrohrung, die länger als 24 m ist und keine Leitplanken enthält, sollte die Steigung von 0.5% nicht überschritten werden. Für eine kürzere Verrohrung ohne Leitplanken sollte der Wert von 1% nicht überschritten werden. Sind Leitplanken vorhanden, kann die Steigung maximal 5% betragen.

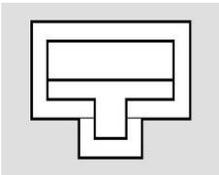
Form der Verrohrung nach Parker (2000)

„Open Bottom Arch“ beschreibt eine Verrohrung, welche gegen oben mit einem arcadenförmigen Bogen abgeschlossen ist. Wenn die Verrohrung sauber gestaltet und installiert wurde, bleibt das natürliche Substrat erhalten. Die Fliessgeschwindigkeit wird dadurch nicht stark beeinträchtigt und somit ist die Fischpassage nicht limitiert. Die Verrohrung ermöglicht eine Minimierung der Gewässertiefe bei Hochwasser.



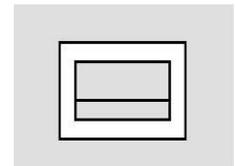


„Open Bottom Box“ beschreibt eine eckige Verrohrung mit natürlichem Sohlensubstrat. Die Fliessgeschwindigkeit wird nicht stark verändert. Wenn die Passage sauber gestaltet und gebaut wird, stellt dies kein grosses Hindernis dar. Es dient zur Erhaltung der „normalen“ Gewässerbreite.

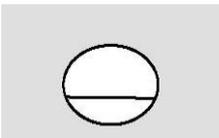
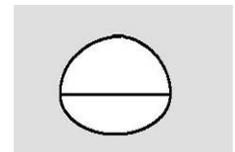


„Trough Box“ ist eine rundum verschaltete Verrohrung mit einer kleinen Rinne in der Mitte der Verrohrung ohne natürliches Sohlensubstrat. Die Fischpassage ist weiterhin möglich, da die Wasserrinne auch bei tiefen Wasserständen gefüllt bleibt. Leitplanken können ohne Probleme installiert werden. Allerdings kann die Wasserrinne zum Problem werden, wenn sie sich mit Kies oder anderem Material füllt.

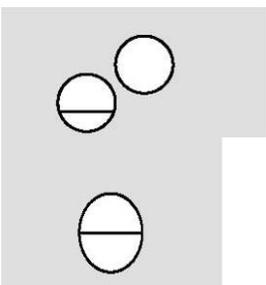
„Box“ ist eine rundum eckige Verrohrung, ohne natürliches Sohlensubstrat. Mit verbessertem Design, akzeptabel zum Gebrauch. Die Wahrscheinlichkeit einer Fischpassage ist während Tiefwasserphasen kleiner, da die Wassertiefe geringer ist. Leitplanken können aber leicht installiert werden. „Boxes“ können gebaut werden, um die normale Breite eines fischhaltigen Gewässers beizubehalten.



„Elliptical/Pipe Arch“ beschreibt eine elliptische Rundumverrohrung ohne natürliches Sohlensubstrat. Der Unterschied zu den beiden folgenden Verrohrungen ist die breitere Unterseite, welches ein besseres Hängenbleiben des Gewässersubstrats ermöglichen soll. Mit verbessertem Design ist diese Methode akzeptabel für den Gebrauch in fischhaltigen Gewässern. Ein weites, flaches Profil verbessert die Fischpassage, weil etwas Wasser zurückgehalten wird. Die Verrohrung vermindert die Gewässerhöhe bei Hochwasserständen.



„Oval“ beschreibt eine rundum Verrohrung mit ovaler Form ohne natürliches Sohlensubstrat. Sie sollte in fischhaltigen Gewässern vermieden, wenn aber gebaut, dann mit fischfreundlichen Bauelementen ergänzt werden. Es wird nicht viel Gewässersubstrat zurückgehalten.



„Stacked Round“ & „Round“ beschreibt eine runde Rundumverrohrung ohne natürliches Sohlensubstrat. Dort wo eine wichtige Fischpassage ist, sollte diese Methode nicht verwendet werden, da eine hohe Fliessgeschwindigkeit im Innern der Röhre herrscht und die anderen hydraulischen Parameter ebenfalls ungünstig sind. Ausserdem können nur schwerlich Leitplanken zur Erzeugung von Turbulenzen eingesetzt werden. Dieser Verrohrungstyp wird verwendet, um das Wasser während Tiefwasserständen zu konzentrieren.

2.3.3 Fischpässe (Nach der Studie von Knaepkens et al. 2006)

Fischpässe stellen eine Möglichkeit dar, künstliche Hindernisse überwindbar zu machen. Bei diesen Aufstiegshilfen ist grundsätzlich darauf zu achten, dass alle im betroffenen Gewässerabschnitt lebenden Fischarten ungehindert aufsteigen können. Man unterscheidet zwischen technischen und naturnahen Fischaufstiegshilfen. Unter die naturnahen Aufstiegshilfen fallen Umgehungsgerinne, Sohlrampen und –gleiten. Unter technischen Aufstiegshilfen versteht man zum Beispiel Schlitzpässe, Denilpässe oder Beckenpässe (Peter 2005). In der Studie von Knaepkens et al. (2006) wurde beispielsweise die Effektivität eines Beckenpasses in der Laarse Beek in Belgien für die Groppe, das Egli und das Rotaugen untersucht. Die Fische wurden stromauf- und abwärts des Fischpasses elektrisch gefischt, mit Elastomerenmarken markiert und unterhalb des Fischpasses freigelassen. Weil keine der 1270 markierten Groppen oberhalb des Fischpasses auftauchte, wurde angenommen, dass diese Art von Fischpass für die Groppe ineffektiv ist. Der Grund dazu liegt wahrscheinlich in der exzessiven Fließgeschwindigkeit des Wassers innerhalb des Fischpasses. Im Gegensatz zu der Groppe wurden 8% der markierten Egli und 29% der Rotaugen oberhalb des Fischpasses registriert.

2.3.4 Strassen (Nach der Studie von Padrew 1998)

Die ökologischen Anforderungen an Strassenunterquerungen sind ähnlich wie an eine Verrohrung. Die Steigung der Verbauung darf nicht zu steil, das Sohlensubstrat sollte natürlich und die Fließgeschwindigkeit innerhalb der Verbauung nicht zu hoch sein. Padrew untersuchte die Effekte von vier verschiedenen Arten von Strassenunter- und Strassenüberquerungen auf die Wanderung von Fischen während des Frühlings- oder der Sommertiefwasser in Arkansas. Untersucht wurde, ob Verbauungen wie „culverts“, „open bottom boxes“, „slabs“ oder „ford crossings“ die natürliche Verbreitung von 21 Fischarten, aus sieben Familien, beeinflussen. Als „culverts“ werden Verrohrungen von verschiedenen Längen bezeichnet. Rechteckige Bauelemente mit natürlichem Substrat werden als „open bottom boxes“ bezeichnet. „Slabs“ und „fords“ trifft man in der Schweiz nur selten an. Es sind Vertiefungen in der Strasse, durch welche das Gewässer fließt. Die Vertiefungen sind je nach Art der Überquerung tiefer (ford) oder eher flach (slab). In der Studie von Padrew wurden keine saisonalen oder gerichteten Einschränkungen in den Fischwanderungen bei allen Unterquerungen im Vergleich mit der natürlichen Verbreitung entdeckt. „Slabs“ wurden nicht durchquert. Es wird angenommen, dass sie eine ganzjährige Barriere sind. „Culverts“ waren, ausser während einigen Tiefwasserverhältnissen, während des ganzen Jahres ein bidirektionales Hindernis. „Open bottom boxes“ und „fords“ beeinflussten die natürliche Verbreitung nur gering. Innerhalb der untersuchten Fischfamilien waren „culverts“ vor „ford“ und „open bottom boxes“ die grösste Behinderung. Die Fließgeschwindigkeit verhielt sich invers proportional zu dem Wanderverhalten der Fische. Eine Rolle spielte auch das Verhältnis von Wassertiefe zu Fließgeschwindigkeit. In „culverts“ wurde die stärkste Strömung gemessen, in „open bottom boxes“ die niedrigste. Eine Verbesserung in der Passierbarkeit von Hindernissen könnte deshalb in der Reduktion der Fließgeschwindigkeit liegen. Es wird angenommen, dass Fließgeschwindigkeiten von 30-40 cm s^{-1} pro 100 m Verrohrung eine Durchquerung für die meisten, adulten, migrierenden Fische erlaubt, bei kürzeren Verrohrungen die Geschwindigkeit sogar noch höher sein darf. Für nicht migrierende Fische ist diese Geschwindigkeit zu hoch. Die durchschnittliche Fließgeschwindigkeit in „culverts“ betrug 0.9 m s^{-1} , in „fords“ weniger als 0.19 m s^{-1} und in „open bottom boxes“ 0.03 m s^{-1} .

3 Gewässer

Suhre

Das gesamte Gewässersystem der Suhre mit allen ihren Zuflüssen liegt im Schweizerischen Mittelland. Dies ist die geographische Bezeichnung für das flache und hügelige Gebiet zwischen Jura und Alpen. Die Suhre fliesst bei Sursee aus dem Sempachersee (504 m.ü.M) und mündet bei Aarau (363 m.ü.M.) in die Aare. Ihr Weg vom Rand der Voralpen bis an den Jura führt sie durch die Kantone Luzern und Aargau. Die totale Länge der Suhre beträgt 34.5 Kilometer. Auf dieser Strecke werden 141 Höhenmeter überwunden, was einem durchschnittlichen Gefälle von 0.41% entspricht. Die grössten Zuflüsse der Suhre sind die Ruederchen in der Gemeinde Schöffland, die Ürke in Unterentfelden und die Wyna in Suhr. Das Einzugsgebiet der Suhre beträgt 363 km². Davon fallen 76 km² auf das Einzugsgebiet des Sempachersees und 120 km² entwässert allein die Wyna, der grösste Zufluss der Suhre (Messmer et al. 1994). Die Suhre beherbergt 18 Fischarten. Die befischten Gewässer sind in Abbildung 8 dargestellt, respektive Tabelle 6 aufgeführt.



Tabelle 6: Namen der Bäche aus Abbildung 8.

Nr. in Abbildung 8	Bachname
1	Hofbach
2	Chommlibach
3	Zollbach
4	Dorfbach Geuensee
5	Schlehrütibach
6	Dorfbach Büron
7	Tannenhofbach
8	Eiholzbach
9	Dorfbach Triengen
10	Bach nördlich Triengen
11	Hüttenbach
12	Gerenbach
13	Gründelbach
14	Dorfbach Kirchleerau
15	Talbach

Abbildung 8: Das Gewässersystem der Suhre, mit den 15 untersuchten Bächen. Die Namen der Bäche sind in Tabelle 6 aufgeführt.

3.1 Morphologie

In den Landeskarten ist die Ökomorphologie der untersuchten Bäche eingezeichnet. Die Farben stehen für die folgenden Klassen:

	naturnah
	wenig beeinträchtigt
	stark beeinträchtigt
	künstlich
	eingedolt

Hofbach

Der Hofbach (Abbildung 9) ist ein rund vier km langer Mittel-landbach mit einem durchschnittlichen Gefälle von ca. 2.2%. Die Mündung in die Suhre zwischen Sursee und Oberkirch erfolgt niveaugleich. Die erste künstliche Barriere (Abfolge von vier Sohlschwellen) mit einer Höhendifferenz von insgesamt rund 1.5 m befindet sich 200 m flussaufwärts der Mündung. Bachaufwärts sind weitere künstliche Migrationsbarrieren sowie zwei Eindolungsstrecken von ca. 175 m bzw. 290 m Länge vorhanden (Schager et al. 2004).

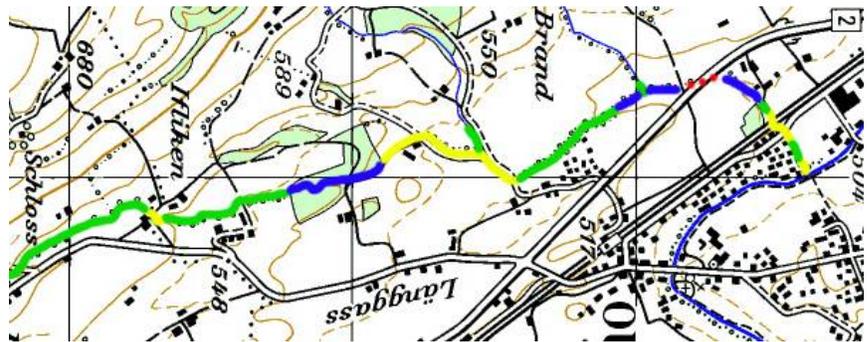


Abbildung 9: Hofbach mit ökomorphologischen Daten.

Chommlibach

In Abbildung 10 ist der Verlauf des Chommlibachs dargestellt. Das mittelländische Gewässer ist etwa 7.6 km lang und mündet nördlich von Sursee in die Suhre. Das durchschnittliche Gefälle beträgt 0.42% und das Einzugsgebiet 8.91 km². Der Chommlibach kann grob in drei ökomorphologisch unterschiedlich gestaltete Abschnitte unterteilt werden. Vor Zellfeld ist der Chommlibach naturnah. Die Gewässersohle ist von Kies und kleinen Steinen bedeckt und es sind mehrere natürliche Abstürze vorhanden. Nach Zellfeld und bis etwa 1.5 km vor der Mündung zur Suhre ist das Gewässer stark beeinträchtigt. Dies ist einerseits durch die parallel verlaufende Strasse bedingt und andererseits durch den Querverlauf der Nostalgiebahn aus Richtung Sursee, welche 2004 über den Chommlibach verlegt wurde. Ausserdem verläuft der Bach durch ein Industriegebiet. Danach kommt ein 1.5 km langes, wenig beeinträchtigtes Gewässerstück, welches bei einer Seitenentnahme beginnt. Der Chommlibach wird landwirtschaftlich genutzt. Im November 2005 musste die Feuerwehr nach einer Gewässerverschmutzung mit Jauche Sperren einbauen. Die Jauche wurde abgepumpt und es wurde Frischwasser zugeführt. (Sursee 2000).

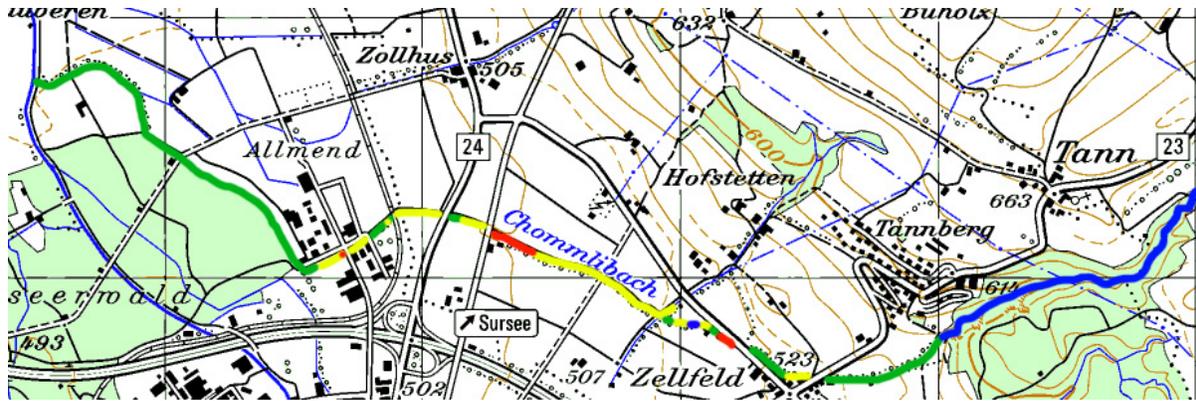


Abbildung 10: Chommlibach mit ökomorphologischen Daten.

Zollbach

Der Zollbach (Abbildung 11) ist ein 3.9 km langer Bach, welcher am Zopfenberg auf etwa 720 m.ü.M. entspringt und südöstlich von Geuensee niveaugleich bei 490 m.ü.M. in die Suhre mündet. Das durchschnittliche Gefälle beträgt 6.1% und das Einzugsgebiet 2.25 km². Vom Quellbereich bis nach Zollhus ist der Bach naturnah oder wenig beeinträchtigt. Die Steigung beträgt hier durchschnittlich 14%. Etwas südwestlich von Zollhus überquert die Nostalgiebahn den Bach. An dieser Stelle steht eine alte Geschieberückhaltesperre. Das untere, circa 1.5 km lange Teilstück bis Zollhus, ist grösstenteils kanalisiert und stark beeinträchtigt. In diesem Abschnitt ist der Zollbach ein ständig wasserführender, kleiner, langsam fliessender Wiesenbach mit Steilufern, welche mit Einzelbäumen und etwas Gebüsch gesäumt sind. Normalerweise liegt der Wasserspiegel etwa 60-80 cm unter der Oberfläche des angrenzenden Kulturlandes. Der Gewässerraum ist äusserst knapp bemessen, so dass der Bach im Kulturland stark isoliert ist.



Abbildung 11: Zollbach mit ökomorphologischen Daten.

Im Frühling 2007 soll in der Allmend ein Labyrinth Park eröffnet werden. Die Gemeinde plant unabhängig von der Realisierung des Labyrinth-Parks eine Verlegung des Zollbachs. Diese ist im Zonenplan festgelegt. Der kommunale Naturschutzleitplan sieht eine Uferbestockung vor. Der Zollbach soll als willkommenes Gestaltungselement in die Planung des Parks einbezogen werden. Dieser soll neu in einem natürlich, mäandrierenden Verlauf durch den Labyrinth-Park geführt und in den Betrieb einbezogen werden. Es sind Aufweitungen des Bachlaufs vorgesehen. Möglicherweise werden ein ca. 12 m breiter Gewässerraum und mehrere grosszügige Retentionsflächen angelegt. Das im bisherigen Bauprojekt vorgesehene Retentionsbecken soll nördlich und/oder westlich des Parkplatzes realisiert werden. Für das 5-10-jährige

Hochwasser ist die Überflutung des Heckenirrgartens und/oder des Parkplatzes vorgesehen. Die konkrete Ausgestaltung der Zollbachverlegung, der Siedlungsentwässerung und die erforderlichen Massnahmen an den im Park stehenden Bauten sind Gegenstand des Baubewilligungsverfahrens. Zur Erhaltung und zur Aufwertung der ökologischen Situation wird der Gewässerraum für den Zollbach sichergestellt und der Bach naturnah gestaltet (Gerinne und Ufer). Für den Zollbach ist deshalb ein angemessen breiter Streifen freizuhalten. In diesem Streifen wird das Gewässer neu gestaltet. Es werden eine natürliche, abwechslungsreich strukturierte Sohle und abgeflachte Uferstreifen angelegt, die naturnah gestaltet werden. Vorbehalten bleiben einzelne zweckmässig gestaltete Zugänge zum Wasser für die ParkbesucherInnen (z.B. treppenartige Gestaltung mit grossen Steinblöcken), die nur teilweise zugänglich sein sollen (ecoptima 2005).

Der Zollbach wird jährlich mit 4000 bis 5000 Forellenbrütlingen besetzt.

Dorfbach Geuensee

Der Dorfbach Geuensee (Abbildung 12) entspringt in der Ortschaft Krummbach auf ca. 700 m.ü.M. und durchfliesst die Ortschaft Geuensee. In seinem unteren Lauf ist der Geuenseebach kanalisiert und mündet niveaugleich in die Suhre. Seine Gesamtlänge beträgt knapp 4 km und das Einzugsgebiet umfasst 4.9 km². Das Gefälle im Dorfbach Geuensee beträgt rund 0,8% (Künzli 2005). Der Dorfbach wurde in der Zeit von 1999 bis 2000 im Auftrag der Einwohnergemeinde Geuensee saniert. Dieses Projekt hatte sowohl den Hochwasserschutz wie auch eine Naturierung des Geuenseer Dorfbaches zum Ziel. Durchgeführt wurden Massnahmen zur Erhöhung der Abflusskapazitäten an neuralgischen Stellen (Verbesserung Durchfluss-Querschnitte, Sohlenabtiefung sowie Vergrösserung des natürlichen Abflussquerschnittes) wie auch Renaturierungsmassnahmen im Bereich des natürlichen Bachlaufes. Als Projektsonderheit wurde eine Fischtreppe eingebaut.

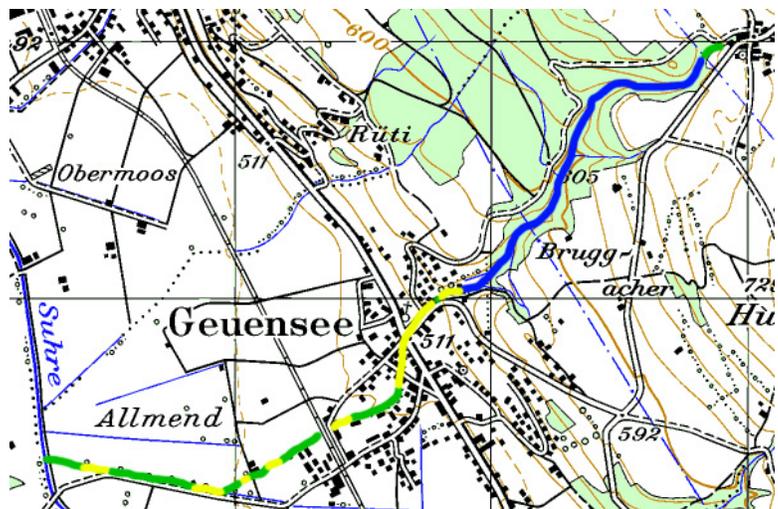


Abbildung 12: Dorfbach Geuensee mit ökomorphologischen Daten.

Schlehrütibach

Der Schlehrütibach (Abbildung 13), oder auch Büroner Moosgraben genannt, ist ein mittelländisches Gewässer von 2.4 km Länge. Es entspringt auf etwa 620 m.ü.M. nordöstlich von Rüti und mündet auf 487 m.ü.M. niveaugleich in einer grosszügig gestalteten, runden Verrohrung in die Suhre. Das durch-

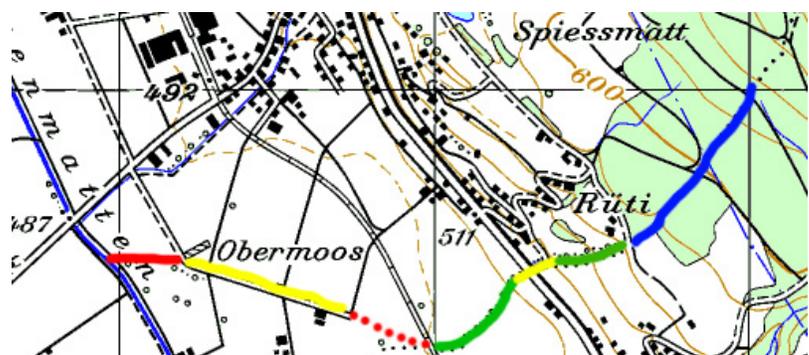


Abbildung 13: Schlehrütibach mit ökomorphologischen Daten.

schnittliche Gefälle beträgt 6.3% und das Einzugsgebiet 1 km². Dem 1.3 km langen, natürlichen Stück nach dem Quellbereich folgt ein 250 m langes, unterirdisch verlaufendes Teilstück, welches im Obermoos wieder hervortritt und nach rund einem Kilometer in die Suhre mündet. Dieses anschließende Teilstück ist stark beeinträchtigt und wird landwirtschaftlich genutzt.

Dorfbach Büron

Der Dorfbach Büron (Abbildung 14), auch Weierbach genannt, entspringt auf 710 m.ü.M. Oberhalb von Büron fliesst er mehrheitlich in seinem natürlichen Bachbett. Im Dorf selbst ist das Gewässer kanalisiert. Das Einzugsgebiet beträgt 8 km² und der Bach ist bis zur Mündung in die Suhre auf 490 m.ü.M. rund 4.6 km lang. Das Einzugsgebiet des Dorfbachs Büron beträgt 8 km² und das durchschnittliche Gefälle 5.1%. Auf den ersten 3 km beträgt das durchschnittliche Gefälle im Dorfbach Büron rund 7,5%. Eingangs Dorfs nimmt das Gefälle auf durchschnittlich 1,4% ab. Das Wasser des Dorfbaches wird auf 580 m.ü.M. gefasst und in den Speicherweiher abgeleitet. Die Wasserrückgabe erfolgt auf einer Höhe von 510 m.ü.M. Im Unterführungsbereich der Dorfstrasse in den Jahren 2004/2005 fand eine umfangreiche Revitalisierung des Baches im Zuge des Hochwasserschutzes statt. Ausgangs Büron wurde auch der bestehende Geschiebesammler erneuert und mit einer Fischtreppe versehen (Künzli 2005). Der Dorfbach Büron wird mit Forellenbrütlingen besetzt.

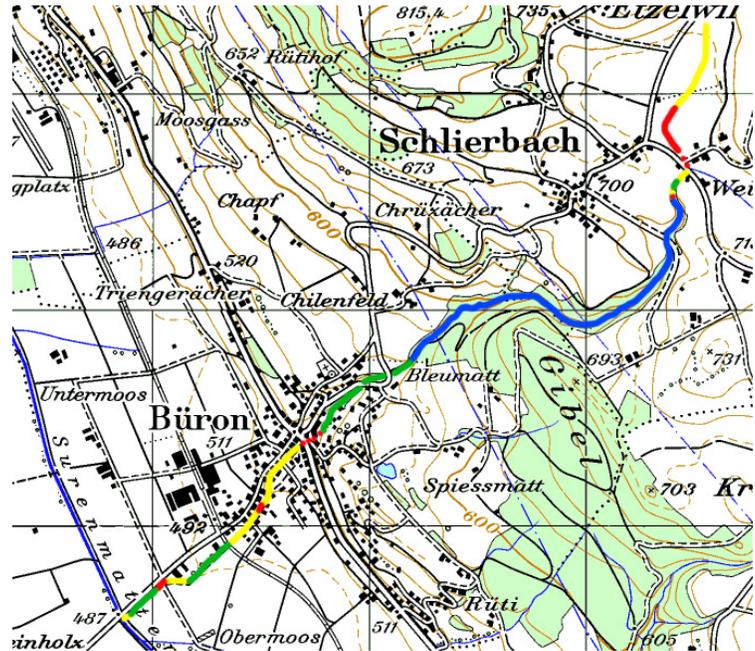


Abbildung 14: Dorfbach Büron mit ökomorphologischen Daten.

Tannenhofbach

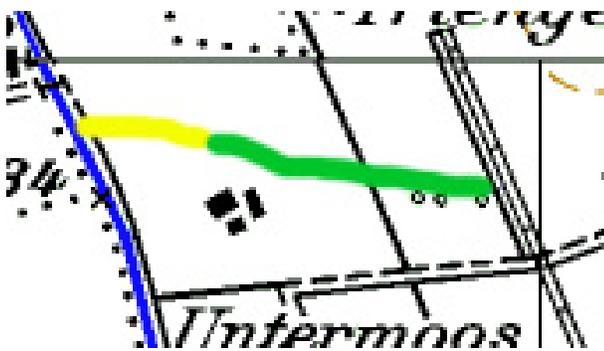


Abbildung 15: Tannenhofbach mit Ökomorphologie.

Der Tannenhofbach (Abbildung 15) ist oberirdisch ein etwa 600 m langes Gewässer. Die Mündung zur Suhre erfolgt niveaugleich und ohne Hindernis auf 484 m.ü.M. Das Einzugsgebiet beträgt nur gerade 0.38 km². Die Ufer der ersten 200 m vor der Mündung sind steil, ohne Vegetation und mit Beton verbaut. Das anschließende rund 400 m lange Stück ist etwas weniger stark beeinträchtigt. Die Ufer sind nicht steil und die Vegetation grenzt an das Gewässer. Danach ist der Bach eingedolt. Er wird landwirtschaftlich genutzt.

Eiholzbach

Der Eiholzbach (Abbildung 16) ist ein kleiner 1.5 km langer Bach. Er entspringt auf etwa 600 m.ü.M. bei Moosgass und mündet auf 484 m.ü.M. nordwestlich von Büron bei einer ARA niveaugleich in die Suhre. Das durchschnittliche Gefälle beträgt 7.9% und das Einzugsgebiet 0.90 km². Das 220 m lange Teilstück direkt oberhalb der Mündung zur Suhre, verläuft durch einen Wald, ist nur etwa 50 cm breit und stark beeinträchtigt, da die Gewässersohle praktisch nur aus Holz besteht. Danach hat der Bach etwas mehr Freiraum und grenzt an beiden Ufern an einen ökologischen Ausgleichstreifen. Nach etwa 540 m unterquert der Eiholzbach die Nostalgiebahn. Das Problem wurde mit einer „open bottom box“-Verrohrung gelöst. Diesem Hindernis folgt ein 100 m langes Stück, welches durch einen 60 cm hohen Absturz abgeschlossen wird. Diese Schwelle bildet auch topographisch einen Wendepunkt, denn bevor der Bach in das eben beschriebene, ziemlich flache Gebiet kommt beträgt die Steigung rund 15%. In diesem Teil des Baches sind desweiteren Abstürze, natürlicher oder künstlicher Art und unterschiedlicher Höhe vorhanden.



Abbildung 16: Eiholzbach mit ökomorphologischen Daten.

Dorfbach Triengen

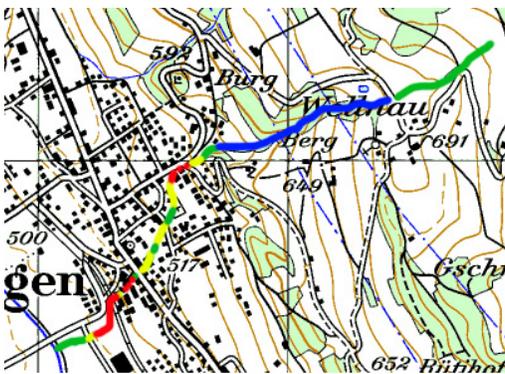


Abbildung 17: Dorfbach Triengen mit Ökomorphologie.

Der Dorfbach von Triengen (Abbildung 17) ist 2.4 km lang und hat ein durchschnittliches Gefälle von 10%. Er hat ein Einzugsgebiet von 2.55 km², entspringt auf 750 m.ü.M. in der Nähe von Wellnau und mündet auf etwa 500 m.ü.M. bei Triengen in die Suhre. Der Bach ist eigentlich wenig beeinträchtigt bis naturnah. Zahlreiche Hindernisse in und um Triengen verhindern aber eine intakte Längsvernetzung des Gewässers. Die Mündung zur Suhre ist verrohrt und nicht niveaugleich.

Bach nördlich Triengen

Durch Triengen fliessen zwei Bäche. Das hier vorgestellte Gewässer (Abbildung 18) besitzt keinen Namen. Es mündet nordwestlich von Triengen in die Suhre und besitzt eine Gesamtlänge von 1.6 km. Der Bach entspringt auf 680 m.ü.M. und mündet auf 495 m.ü.M. in Form einer Verrohrung in die Suhre. Das entspricht einem durchschnittlichen Gefälle von 11.6%. Das Einzugsgebiet beträgt 1.25 km². Das Gewässer ist sehr verbaut. Zahlreiche Abstürze und Verrohrungen verhindern eine intakte Längsvernetzung.

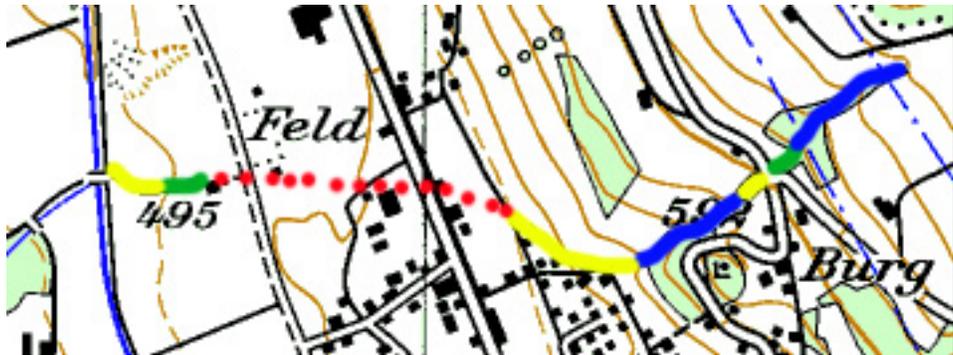


Abbildung 18: Bach nördlich Triengen mit ökomorphologischen Daten.

Hüttenbach

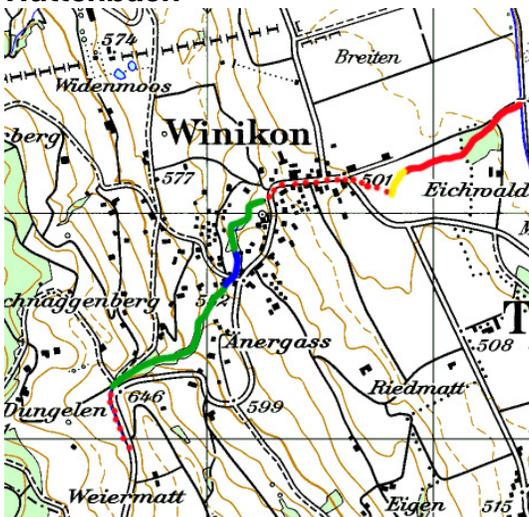


Abbildung 19: Hüttenbach mit Ökomorphologie.

Der Hüttenbach (Abbildung 19) ist 2.7 km lang und entspringt auf 640 m.ü.M. südwestlich von Winikon. Das Gewässer durchquert Winikon und mündet auf 495 m.ü.M. gegenüber des nordwestlich von Triengen gelegenen Bachs in die Suhre. Das Einzugsgebiet des Hüttenbachs beträgt 4.91 km². Die ersten 250 m des Hüttenbachs sind eingedolt. Danach ist das Gewässer wenig beeinträchtigt bis naturnah. In Winikon wird der Bach gestaut, so dass dort ein kleiner Stausee entsteht. Danach folgt ein 500 m langes, eingedoltes Stück. Das unterste, circa 800 m lange Stück des Bachs ist stark beeinträchtigt bis künstlich gestaltet. Das durchschnittliche Gefälle des Hüttenbachs beträgt 5.3%. Der Hüttenbach wird jährlich mit etwa 1000 Bachforellenbrütlingen besetzt.

Gerenbach

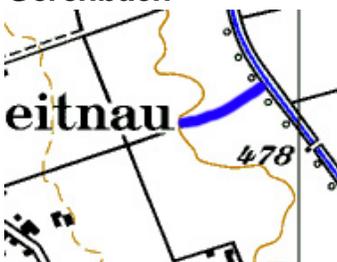


Abbildung 20: Gerenbach mit Ökomorphologie.

Der Gerenbach (Abbildung 20) wurde im Jahr 2005 saniert, indem man den Halbschalenbau entfernte. Er präsentiert sich seither als naturnahes Gewässer. Allerdings ist dieser Abschnitt nur gerade 120 m lang. Der Rest des Gewässers ist mehrheitlich eingedolt. Der Gerenbach hat eine Länge von 2.5 km und ein durchschnittliches Gefälle von 6.4%. Das Einzugsgebiet beträgt 2.16 km². Der Gerenbach mündet östlich von Reitnau in die Suhre.

Gründelbach

Der Gründelbach (Abbildung 21) liegt an der Kantonsgrenze von Luzern und Aargau. Der 3.7 km lange Bach entspringt auf 700 m.ü.M. im Kanton Luzern in der Nähe von Kulmerau und mündet auf 467 m.ü.M. auf aargauischem Boden in die Suhre. Das durchschnittliche Gefälle beträgt 6.3% und das Einzugsgebiet 3.07 km². Der oberste Teil des Gründelbachs ist stark beeinträchtigt bis künstlich und verbaut mit mehreren künstlichen Abstürzen. Ab Kulmerau ist das Gewässer wenig beeinträchtigt bis naturnah. Auch in diesem Teil hat es wenige künstliche und einige natürliche Abstürze. Der untere Teil des Gewässers ist wenig beeinträchtigt. Ein etwa 150 m langes Teilstück des Gründelbachs fliesst durch ein Naturschutzgebiet. Dieses Stück liegt 650 m vor der Mündung in die Suhre.

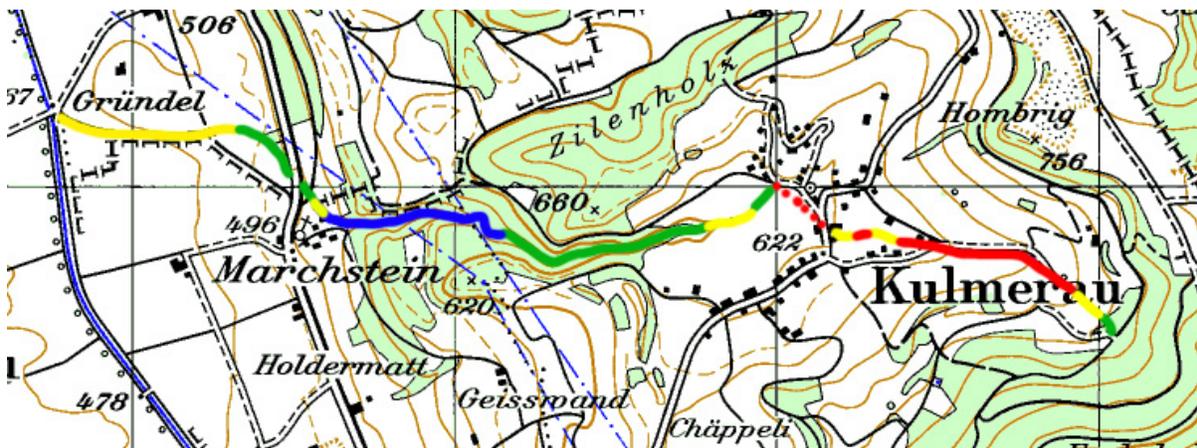


Abbildung 21: Gründelbach mit ökomorphologischen Daten.

Dorfbach Kirchleerau

Der 3.2 km lange Dorfbach Kirchleerau (Abbildung 22) entspringt auf 600 m.ü.M. im Weiertal und mündet auf 470 m.ü.M. in Staffelbach in die Suhre. Das durchschnittliche Gefälle beträgt 4.1% und das Einzugsgebiet 3.95 km² ohne das neu gemachte Teilstück direkt an der Mündung zur Suhre.



Abbildung 22: Dorfbach Kirchleerau ohne Ökomorphologie.

Dies sind die ersten 110 m nach der Mündung in die Suhre welche 2005 verlegt, geöffnet und renaturiert wurden. 940 m nach der Mündung liegt ein kleines Staubecken. Dort werden regelmässig Bachforellen durch Pächter ausgesetzt. Das Gewässer gehört zur Suhrepacht.

Talbach

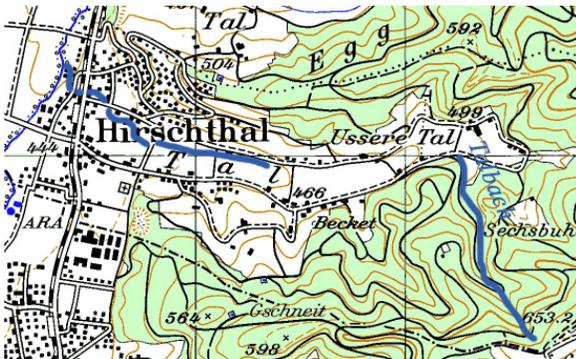


Abbildung 23: Talbach ohne Ökomorphologie.

Der 3.1 km lange Talbach (Abbildung 23) entspringt südöstlich von Hirschthal auf 620 m.ü.M. und mündet auf 440 m.ü.M. in Hirschthal in die Suhre. Im Dorf Hirschthal ist der Bach stark beeinträchtigt. Das durchschnittliche Gefälle beträgt 5.8% und das Einzugsgebiet beträgt 3.27 km². Der Talbach fällt unter privates Fischrecht und wurde vor etwa 3 Jahren zum letzten Mal mit Forellenbrütlingen besetzt.



Abbildung 24: Rotbach mit den Ökomorphologiedaten im Experimentsbereich.

Rotbach

Der Rotbach (Abbildung 24) ist ein 3.9 km langer Bach mit einem durchschnittlichen Gefälle von 3.8%. Der Bach ist 2.5 bis 4 m breit.

Der Hauptarm entspringt bei Horlachen auf 714 m.ü.M und mündet auf etwa 500 m.ü.M nordöstlich von Sempach in den Sempachersee. Das Experimentsgebiet hat ein Einzugsgebiet von 0.26 km². Das Experiment wird in Kapitel 4 noch detaillierter beschrieben

4 Material und Methoden

4.1 Geräte

Die Gewässer wurden mit Hilfe eines portablen Elektrofischgerätes der Firma EFKO befischt. Die Leistung dieses Gerätes liegt bei 1.5 kW und es können zwei verschiedene Spannungen damit erzeugt werden. Der Wert der kleineren Spannung liegt zwischen 150 und 300 Volt, während der höhere zwischen 300 und 500 Volt liegt.

Die Koordinaten wurden mit Hilfe eines GPS der Marke GARMIN, Serie 72, erfasst.

4.2 Betäubung

Für den eigentlichen Messvorgang wurden die Fische in einem Narkosebad betäubt. Dies einerseits um mechanische Verletzungen der Tiere durch Eigenbewegungen zu verhindern und um andererseits den Messvorgang selbst zu erleichtern. Dazu wurden jeweils 1 ml Nelkenöl (Hersteller: Hänseler AG, Herisau, Art. 1-3900-2 *Caryophyllis floris aeth*) in 20 ml Ethanol gelöst und mit 30 l Wasser verdünnt (Andersen 1997).

4.3 Datenaufnahme in den Seitengewässern der Suhre

Während der Untersuchung wurden insgesamt 15 Gewässer befischt. Die Strecken wurden an einem Tag, jeweils einmal befischt. Der Dorfbach Geuensee und der Chommlibach wurden zweimal befischt. Jede Befischung startete an der Mündung des Seitengewässers der Suhre. Vor der Befischung wurden jeweils die genauen Koordinaten des Startpunktes der Befischung notiert. Danach mass man die Temperatur in der Suhre und dem entsprechenden Seitengewässer. Anschliessend wurden Strecken von mindestens 100 m Länge abgemessen. Die Strecken variierten in ihrer Länge, weil man bei den Befischungen auf die Gewässerstruktur achtete. Je nach Struktur und Zusammensetzung der Fischfauna, wurden weitere Strecken befischt. Danach wurde bis zum ersten Hindernis, oder wenn von Bedeutung, bis zur nächsten Gewässerstrukturänderung gefahren. Dort wurden wiederum die Koordinaten aufgenommen, die Strecken abgemessen und gefischt.

Gefischt wurde jeweils ein Durchgang. Danach wurden die Fische mit Nelkenöl betäubt, deren Länge gemessen und die Art bestimmt. Die Fische wurden wieder ins Gewässer eingesetzt.

4.4 Befischte Strecken und Hindernisse

4.4.1 Zusammenfassung

In Tabelle 7 sind die untersuchten Gewässer und deren technische Daten zusammengefasst. Erfasst sind alle Arten von Hindernissen, welche im Bach vorkommen. In einigen Gewässern gab es mehrere Hindernisse. In diesen Fällen werden nur die Hindernisse vorgestellt, welche von den Fischen überquert wurden und das Hindernis, welches kein Fisch mehr überqueren konnte.

Tabelle 7: Technische Daten der Gewässer; Legende: 1 = Gewässrlänge in [m], 2 = Gefälle in %, 3 = Einzugsgebiet in [km²], 4 = Durchschnittliche Breite in [m], 5 = Anzahl befischte Strecken, 6 = Hindernisart.

	1	2	3	4	5	6		
						Verrohrung	Absturz	Fischtreppe
Hofbach	3567	2.2	5.6	2.5	5	X	X	
Chommlibach	7682	0.4	8.9	3	11	X	X	
Zollbach	3954	6.1	2.2	1.5	5	X		
Dorfbach Geuensee	3961	0.8	4.9	1.5	8		X	X
Schlehrütibach	2524	6.3	1.0	1	4	X		
Dorfbach Büron	6586	5.1	8.0	1.5	2		X	
Tannenhofbach	600	n.n.	0.4	0.8	3	X		
Eiholzbach	1517	7.9	0.9	0.4	3	X	X	
Dorfbach Triengen	2308	10	2.6	0.8	1	X	X	
Bach nördlich Triengen	1691	11.6	1.3	0.6	2	X	X	
Hüttenbach	2920	5.3	4.9	1.3	3		X	
Gerenbach	2519	6.4	2.2	1.5	1	X		
Gründelbach	3749	6.3	3.1	1.5	3		X	
Dorfbach Kirchleerau	3483	4.1	3.9	1	7	X	X	
Talbach	3128	5.8	3.3	1	4	X		
Rotbach	3925	3.8	-	3	4		X	

Hofbach

Im Hofbach wurden 5 Teilstrecken mit einer Gesamtlänge von 654 m befischt. Teilstrecke 1 hatte eine Gesamtlänge von 170 m. An der niveaugleichen Mündung zur Suhre war das Sohlensubstrat weich und schlammig. Mit zunehmender Distanz wurde es harter und grobkörniger. Teilstrecke 2, mit einer Gesamtlänge von 100 m unterschied sich in der Struktur nicht erheblich von der ersten. Kiesel, kleine Steine und vereinzelt grosse Steine dominierten das Bild. Teilstrecke 3 befand sich unmittelbar neben einer Baustelle. Die Strecke war von gleicher Struktur wie die ersten zwei und hatte eine Länge von 120 m. Teilstrecke 4 startete direkt nach dem Zufluss eines Entwässerungskanals, welcher zeitweise zugemacht wird und hatte eine Länge von 100 m. Die letzte Strecke, Nummer 5 (164 m), befand sich im Wald und unterschied sich, abgesehen von der anderen Umgebung, nicht von den vorangehenden Strecken. Die Strecken sind in Abbildung 25 dargestellt. Die grünen Symbole markieren die unten beschriebenen Hindernisse.



Abbildung 25: Gezeigt ist der Hofbach. Die grünen Symbole markieren die im Text beschriebenen Hindernisse. Die roten Linien, zeigen die Abfischstrecken. Die Zahlen geben die Nummern der Teilstrecken an.

Das erste Hindernis nach der Mündung ist eine vierfache Schwelle, bei welcher die höchsten Abstürze 34, 30 und 21 cm hoch sind. Die Anfangsbreite von 260 cm ist mehr oder weniger durchgehend, beträgt sie doch am obersten Punkt auch 250 cm. Gesamthaft gesehen beträgt die Höhendifferenz zwischen den zwei Gewässerteilen etwa 1.5 m. Die Schwelle ist in Abbildung 27 dargestellt. Die zweite Barriere ist eine 170 m lange Eindolung vom Typ „box“. Das heisst, dass die Gewässersohle vollständig verbaut ist und in diesem Fall, bei Tiefwasser einen Pegel von etwa 6 cm zulässt. Die Länge der Verbauung beträgt etwa 170 m bei einem Gefälle von etwa 1%. Abbildung 26 zeigt den Anfang und das Ende der Verrohrung, sowie deren technischen Daten.



Abbildung 27: Vierfachschwelle im Hofbach.

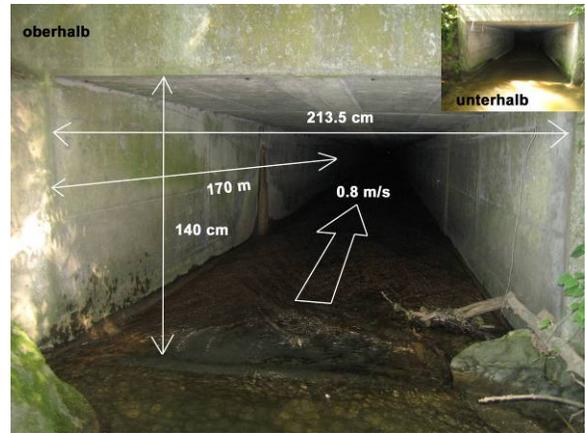


Abbildung 26: Verrohrung im Hofbach.

Chommlibach

Im Chommlibach wurden 11 Teilstrecken mit einer Gesamtlänge von 1.2 km befischt. Teilstrecken 1 bis 3 hatten eine Gesamtlänge von 355 m (110, 145, 100). Das Gewässer säumte sich dort an einem Waldrand entlang. Das Sohlensubstrat war mit Kieselsteinen belegt und viel Totholz lag im Wasser. Teilstrecken 4 bis 14 mit einer Gesamtlänge von 855 m (100, 100, 93, 140, 10, 100, 140, 88, 100, 100) befanden sich in einer kontinuierlich steigenden Umgebung. Im bewohnten Gebiet verlief das Gewässer begradigt. Das Sohlensubstrat war etwas grobkörniger als noch an der Mündung und nur wenig Totholz lag im Wasser. In der Nähe von Zellfeld kam der erste Absturz. Teilstrecke 15 (100) befand sich am Waldrand in steilem Gelände. Mehrere natürliche Abstürze, von bis zu einem halben Meter gaben dem Gewässer seine Struktur. Es befanden sich viele grosse Steine im Gewässer. Die letzte Strecke hatte eine Länge von 100 m.

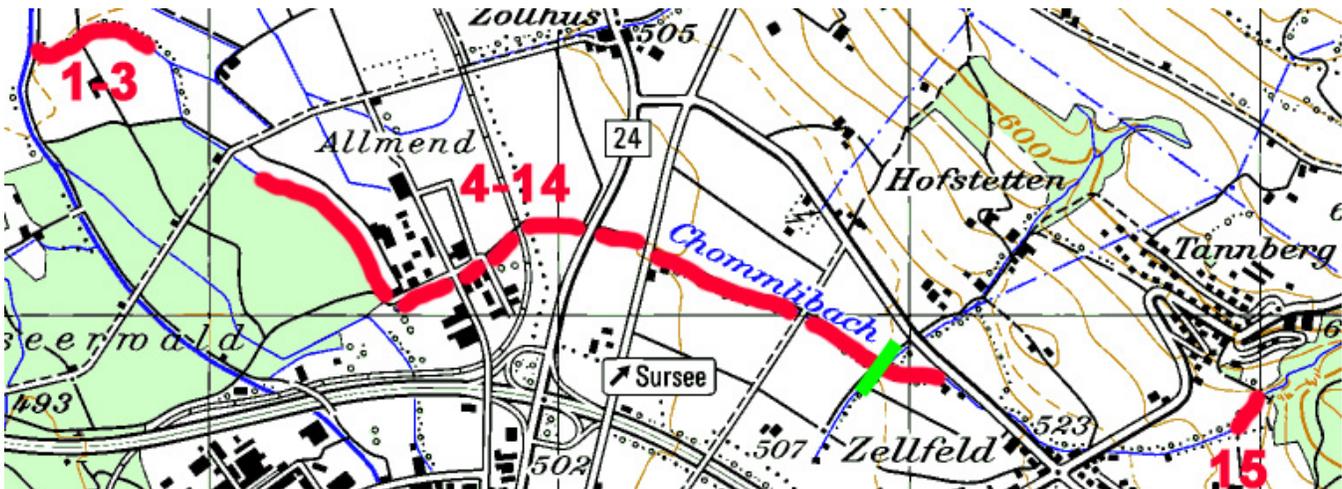


Abbildung 28: Dargestellt ist der Chommlibach. Die roten Linien bezeichnen die befischten Strecken. Der grüne Strich bezeichnet, die unten beschriebene Schwelle. Die Zahlen geben die Nummer der Teilstrecken an.

Die Abischungen fanden an zwei verschiedenen Tagen statt und eine Strecke wurde zweimal befischt. Die Strecken sind in Abbildung 28 dargestellt. Der grüne Strich bezeichnet das unten beschriebene Hindernis. Der Chommlibach steigt natürlicherweise an bis nach Zellfeld. Die dortige Schwelle ist in Abbildung 29 gezeigt. Im 700 m langen Stück vor der Schwelle, gibt es zwar einige natürliche Abstürze, diese sind jedoch so klein, dass sie bei normalem Wasserstand überströmt sind. Die Schwelle in Abbildung 29 hat eine durchschnittliche Höhe von 36 cm und eine Breite von 240 cm. Vor der Schwelle ist ein kleiner Pool von durchschnittlich 20 cm Tiefe vorhanden. Nach der Schwelle ist keine besonders tiefere, nennenswerte Stelle da. Das Baumaterial der Schwelle ist Holz.



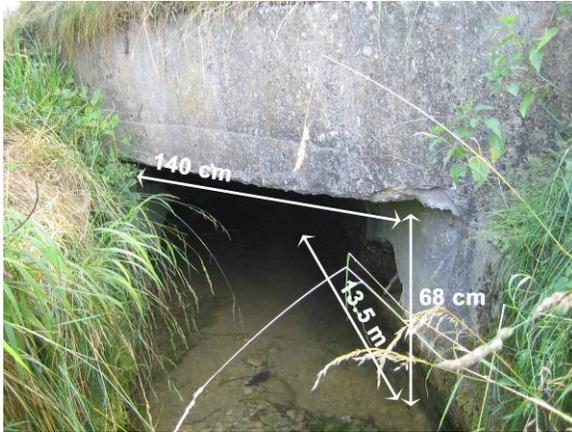
Abbildung 29: Gezeigt ist die 36 cm hohe und 240 cm breite Schwelle bei Zellfeld im Chommlibach.

Zollbach

Im Zollbach wurden 5 Teilstrecken von insgesamt 676 m Länge befischt. Die Strecken 1 und 2 befanden sich in landwirtschaftlich genutztem Gebiet und die Sohle war schlammig und weich. Die Gesamtlänge betrug 241 m (130, 111). Die Strecken 3 und 4 befanden sich vor, respektive nach einem Bahnübergang. Die Gewässersohle beider Strecken war bedeckt mit Sand, Kiesel und kleinen Steinen, wobei in Strecke 4 das Substrat tendenziell gröber war. Strecke 3 befand sich in offenem Gelände, während Strecke 4 von Bäumen gesäumt war. Die beiden Abschnitte trennte eine Verrohrung, welche unten genauer beschrieben wird. Die Gesamtlänge der befischten Abschnitte betrug 205 m (100, 105). Strecke 5 und 6, mit einer Gesamtlänge von 230 m (130, 100) lagen in steilem Gelände. Viele natürliche und ein paar weniger hohe, künstliche Abstürze dominierten das Gelände. Die Teilstrecken sind in Abbildung 30 als rote Linien dargestellt. Das grüne Omega markiert, die unten beschriebene Verrohrung.



Abbildung 30: Dargestellt sind der Zollbach und die befischten Strecken (rot markiert). Die Verrohrung ist mit einem grünen Omega gekennzeichnet.



Dieses 13.5 m lange Teilstück trennt die Abfischstrecken 3 und 4. Das Gewässer verläuft dort durch eine Verrohrung vom „open bottom box“-Typ. Das heisst, dass die Sohle in der Verrohrung nicht verbaut ist. Der Rest der Verrohrung besteht aus Beton. Die Höhe beträgt 68 cm und die Breite 140 cm. Das Element wurde auf Grund der Bahn über den Bach gebaut. Die Anfang der Verrohrung ist in Abbildung 31 zu sehen.

Abbildung 31: Verrohrung im Zollbach.

Dorfbach Geuensee

Im Dorfbach Geuensee wurden 8 Teilstrecken mit einer Gesamtlänge von 796 m befischt. Teilstrecken 1 bis 4 hatten eine Länge von 403 m (100, 103, 100 100). Die Sohle der Strecke war durchzogen mit Ton und Kies. Der Abschnitt lag in landwirtschaftlich genutztem Gelände. Im Abschnitt 5 bis 7 wurde das Sohlensubstrat von Kies und kleinen Steinen dominiert. Nur im Pool - 100 m vor dem in Abbildung 32 mit einem grünen Fisch markierten Fischpass - war das Sohlensubstrat ausschliesslich Ton. Abschnitt 5 bis 7 hatten zusammen eine Länge von 300 m (100, 100, 100), wobei die Teilstrecken 6 und 7 durch den Fischpass getrennt waren. Abschnitt 6 war eine renaturierte Strecke mit leicht mäandrierendem Verlauf. Die Teilstrecken 5 und 6 wurden zweimal, aber an verschiedenen Tagen befischt. Abschnitt 8 hatte eine Länge von 93 m und verlief mitten durch das Dorf Geuensee. Der Bach war versehen mit mehreren Schwellen von durchschnittlich 20 cm Höhe. Die Teilstrecken sind in Abbildung 20 mit rot gekennzeichnet. Der Fischpass ist mit einem grünen Fisch gekennzeichnet.



Abbildung 32: Dorfbach Geuensee mit den Abfischstrecken (rot markiert). Der grüne Fisch markiert den Fischpass.



Abbildung 33: Fischpass von unten (grosses Bild) und oben (kleines Bild).

Der Beckenfischpass in Geuensee hat eine Länge von 21 und eine Breite von 2 m. Das Gefälle beträgt rund 4%. Er ist in Abbildung 33 dargestellt.

Schlehrütibach

Im Schlehrütibach wurden 4 Teilstrecken von insgesamt 740 m befischt. Die Abschnitte 1 bis 3 hatten eine Länge von 390 m (106, 136, 148). Die Mündung erfolgte in einer Verrohrung, welche den Startpunkt von Abschnitt 1 bildete. Sie wird in Abbildung 35 mit einem grünen Omega dargestellt. Ansonsten war das Ufer der ersten drei abgefischten Strecken mit Bäumen gesäumt. Die Gewässersohle war mit Sand, feinem Kies und kleinen Steinen bedeckt. Die Teilstrecken 1 bis 3 verliefen durch landwirtschaftlich genutztes Gelände. Nach 800 m, erfolgte eine 320 m lange Verrohrung (Typ „round“) des Bachs. Der Durchmesser der Verrohrung betrug 40 cm und bestand ausschliesslich aus Beton. Danach wurde die letzte Strecke befischt. Abschnitt 4 war 350 m lang und wurde nicht in Teilstrecken unterteilt. In diesem Abschnitt verlief das Gewässer relativ natürlich, von Bäumen gesäumt, in leicht ansteigendem Gelände mit einem Gefälle von rund 2.9%. Die Gewässersohle war mit Kies und kleinen Steinen bedeckt.

Abbildung 34 zeigt die Verrohrung des Schlehrütibachs an der Mündung zur Suhre. Der Durchmesser der Verrohrung betrug 130 cm und die Länge 16.5 m. Es war eine Verrohrung von Typ „round“. Etwas natürliches Sohlensubstrat, Sand und Silt, blieb am Boden hängen.

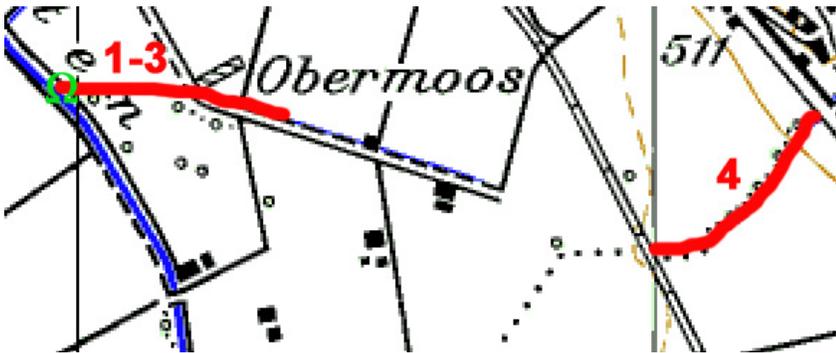


Abbildung 35: Schlehrütibach mit den rot markierten Abfischstrecken. Das grüne Omega markiert die Verrohrung an der Mündung zur Suhre.



Abbildung 34: Verrohrte Mündung des Schlehrütibachs.

Dorfbach Büron

Im Dorfbach Büron wurden 2 Teilstrecken von 210 m Gesamtlänge befischt. Abbildung 36 zeigt die beiden Abfischstrecken. Der grüne Strich markiert die in Abbildung 37 gezeigte Mündung. In Abschnitt 1 wurden 110 m befischt. Die Strecke war wenig bis stark beeinträchtigt. Die Gewässersohle bestand hauptsächlich aus Kies und kleinen Steinen. Abschnitt 2 befand sich kurz vor einem Geschiebesammler und inmitten eines revitalisierten Gewässerbereichs. In dieser Teilstrecke wurden 100 m befischt.

Abbildung 37 zeigt den Absturz des Dorfbachs Büron an der Mündung zur Suhre. Das Gewässer war dort 2 m breit. Drei Abstürze innerhalb 5.8 m strukturierten die Mündung. Der erste Absturz ist bis zu 44 cm hoch.

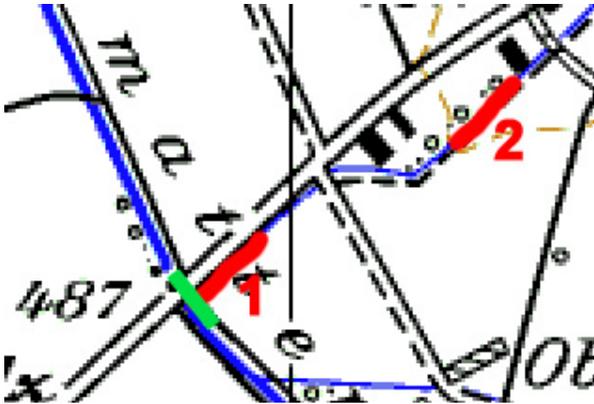


Abbildung 36: Weierbach mit den zwei roten Abfischungsstrecken. Der grüne Strich stellt einen Absturz dar.

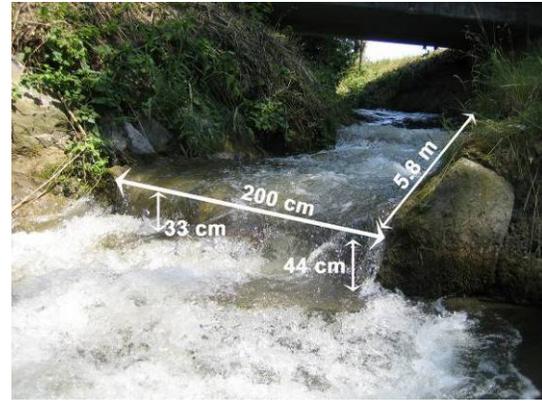


Abbildung 37: Absturz im Dorfbach Büron an der Mündung zur Suhre.

Tannenhofbach

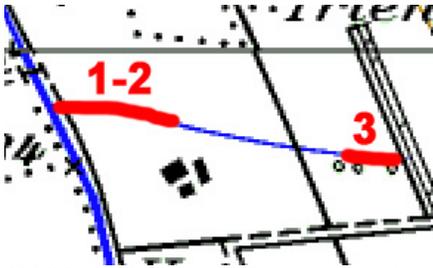


Abbildung 38: Tannenhofbach mit den abgefischten Strecken (rot).

Im Tannenhofbach wurden drei Teilstrecken mit einer Gesamtlänge von 300 m befischt. Alle Abschnitte hatten eine Länge von 100 m. Abschnitt 1 und 2 lagen im stark beeinträchtigten, Abschnitt 3 im wenig beeinträchtigten Teil des Gewässers. Das Ende von Abschnitt 3 bildete ein Eindolung, welche bis zum Quellbereich reichte. Die Abfischungsstrecken sind in Abbildung 38 rot dargestellt.

Eiholzbach

Im Eiholzbach wurden 3 Teilstrecken mit einer Gesamtlänge von 350 m befischt. Die Strecken sind in Abbildung 39 rot dargestellt. Der grüne Strich markiert den Ort, der in Abbildung 40 dargestellten Schwelle. Der 150 m lange Abschnitt 1 lag in einem Wald und war stark beeinträchtigt. Das Gewässer hatte dort eine maximale Breite von 50 cm. In Abschnitt 2 und 3 zeichnete sich das Gewässer durch eine grössere Breite (1 m) und eine weniger stark beeinträchtigte Struktur mit einem Sand- und Kiessubstrat aus. Beide Abschnitte hatten eine Länge von 100 m. In Abschnitt 3 kam nach 80 m eine Schwelle, welche in Abbildung 40 zu sehen ist. Der Absturz war 61 cm hoch und hatte eine Breite von 1 Meter. Abschnitt 2 und 3 wurden durch die Bahn getrennt. Die Überquerung wurde mit einer „open bottom box“ – Verrohrung gestaltet. Sie ist in Abbildung 41 zu sehen.

Dorfbach Triengen

Im Dorfbach Triengen wurde eine Strecke mit einer Länge von 104 m befischt. Die Strecke ist in Abbildung 42 rot dargestellt. Der Abschnitt war wenig beeinträchtigt. Der Dorfbach Triengen hatte eine durchschnittliche Breite von 80 cm und die Mündung zur Suhre war eingedolt. Die Lage der Eindolung ist in Abbildung 42 mit einem grünen Omega markiert. In Abbildung 43 ist die Eindolung des Typs „round“ zu sehen. Die Verrohrung hatte eine Höhe von 123 cm und eine Länge von 17.5 m. Die Sohle in der Verrohrung war zu 100% betoniert, wobei ein paar Algen den Boden bedeckten.

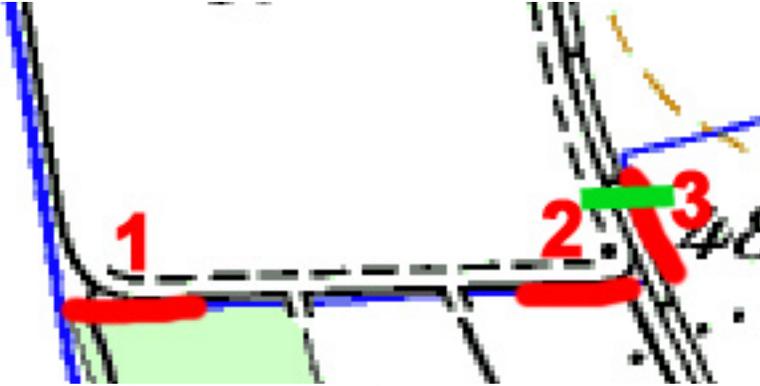


Abbildung 39: Eiholzbach mit den drei befischten Abschnitten (rot) und dem Absturz (grüner Strich).



Abbildung 40: Absturz in Abschnitt 3.



Abbildung 41: „Open bottom box“-Verrohrung im Eiholzbach von unten (rechts) und oben (links) gesehen.

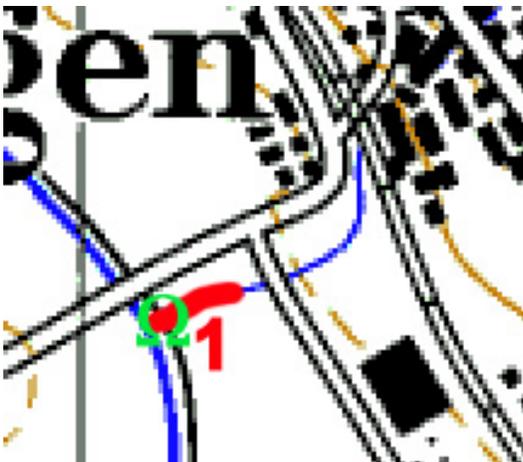


Abbildung 42: Abfischstrecke im Dorfbach Triengen (rot) und Verrohrung (grünes Omega).



Abbildung 43: Verrohrte Mündung des Trienger Dorfbachs, Frontalansicht mit (grosses Bild) und ohne (kleines Bild, oben) Massen und der Anfang der Verrohrung (kleines Bild, unten).

Bach nördlich Triengen

Im Bach, welcher nördlich von Triengen liegt wurden 2 Teilstrecken von insgesamt 110 m befischt. Die erste Strecke hatte eine Länge von 100 m und die zweite eine Länge von 10 m. Abschnitt 2 wurde auf Grund des dichten Bewuchses nach der 600 Meter langen Verrohrung und des tiefen Wasserstandes nur kurz gehalten. In Abbildung 44 sind die Strecken rot eingezeichnet. Das grüne Omega in Abbildung 44 markiert die verrohrte Mündung zur Suhre, welche in Abbildung 45 gezeigt ist. Sie war 25 m lang und hatte eine Höhe von 1 m.



Abbildung 44: Die beiden befischten Strecken im Bach nördlich Triengen (rot) und das grüne Omega markiert die Verrohrung.

Abbildung 45 (rechts): Verrohrte Mündung.



Hüttenbach

Im Hüttenbach wurden drei Teilstrecken von insgesamt 231 m (10, 121, 100) Gesamtlänge befischt. Die Strecken sind in Abbildung 46 rot eingezeichnet. Nach 10 m folgte die Ansammlung von Schwellen, während einer Strecke von 21.2 m, welche in Abbildung 47 zu sehen sind. Die Lage der Abstürze ist in Abbildung 46 mit einem grünen Strich gekennzeichnet. Die künstlichen Abstürze hatten eine durchschnittliche Höhe von 20 cm. Die ersten 10 m wurden als Abschnitt 1 definiert. Alle befischten Abschnitte waren künstlich. Abschnitt 3 befand sich im Wald.

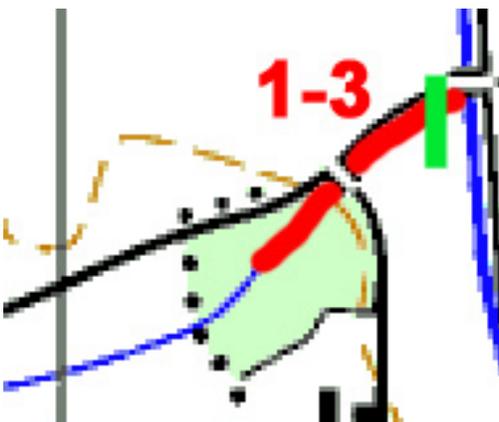


Abbildung 46: Befischte Strecken des Hüttenbachs (rot). Der grüne Strich markiert die in Abbildung 47 dargestellten Schwellen.



Abbildung 47: Künstliche Abstürze im Hüttenbach, direkt bei der Mündung zur Suhre.

Gerenbach



Abbildung 48: Gerenbach bei Reitnau.

Abbildung 20 zeigt einen Landkartenausschnitt, auf welchem der Gerenbach zu sehen ist. Die gesamte Strecke von 120 m Länge wurde befischt. In Abbildung 48 ist das Gewässer dargestellt. Das erste Bild zeigt die Mündung zur Suhre, von der Suhre gesehen. Das zweite Bild zeigt den Gerenbach von der anderen Seite und das dritte Bild ein Teil des 120 m langen, revitalisierten Gewässers. Das Sohlensubstrat bestand aus kleinen Steinen und Kies.

Gründelbach

Im Gründelbach wurden 3 Teilstrecken mit einer Gesamtlänge von 310 m befischt. Die befischten Strecken sind in Abbildung 50 rot dargestellt. Abschnitt 1 und 2 (beide 100 m) befanden sich direkt nach der Mündung zur Suhre. Die Mündung ist in Abbildung 49 zu sehen. Sie besteht aus einer kleinen Blocksteinrampe von durchschnittlich 1 m Höhendifferenz, zwischen Suhre und Gründelbach. Die Ufer des Gründelbachs waren gesäumt von Laubbäumen. In Abschnitt 1 und 2 war unmittelbar auf der linken Seite ein landwirtschaftlich genutzter Weg. Abschnitt 3 wurde von keinem Weg flankiert. Das Sohlensubstrat des Gründelbachs bestand durchwegs aus Kies, kleinen, grösseren Steinen und wenig Sand.



Abbildung 50: Gründelbach mit den rot markierten Strecken und der, mit einem grünen Strich markierten Blocksteinrampe.

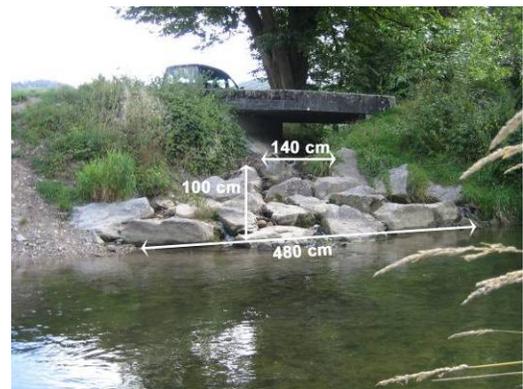


Abbildung 49: Blocksteinrampe im Gründelbach an der Mündung zur Suhre.

Dorfbach Kirchleerau

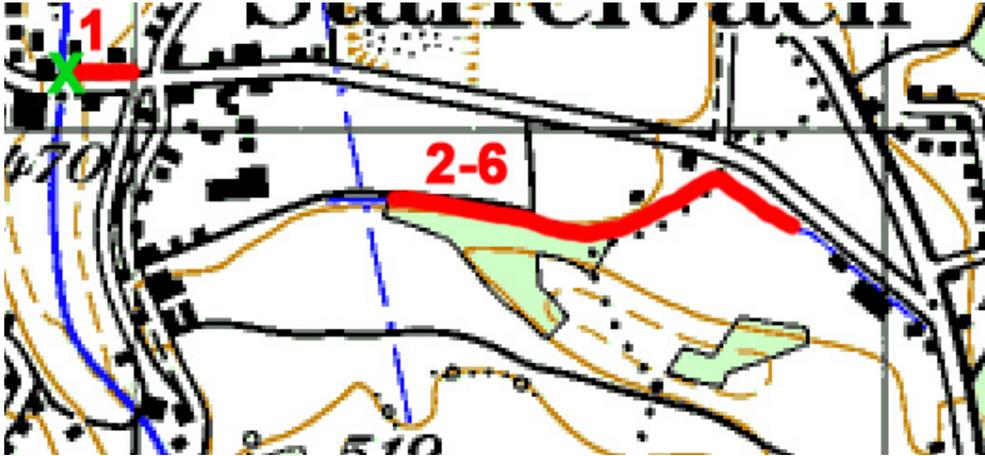


Abbildung 52: Dorfbach Kirchleerau mit den befischten Strecken (rot) und der, mit einem grünen Kreuz markierten, revitalisierten Strecke.



Abbildung 51: Revitalisierte Strecke im Dorfbach Kirchleerau.

Im Dorfbach Kirchleerau wurden 7 Teilstrecken mit einer Gesamtlänge von 668 m befischt. Teilstrecke 1, welche 108 m lang war, war ausgetrocknet. Der revitalisierte Abschnitt ist in Abbildung 51 zu sehen. Abschnitte 2 bis 6 befanden sich nach einer 300 m langen Eindolung. Die Teilstrecken 2 bis 4 (100, 110, 100, 100) waren zudem vor einem Auffangbecken, in welchem regelmässig Bachforellen ausgesetzt werden. Abschnitt 5 bezeichnet das Becken selber, welches eine Länge von etwa 10 m hatte. Abschnitt 6 bezeichnete den Abschnitt nach dem Auffangbecken und hatte eine Länge von 140 m. Die Teilstrecken 2 bis 6 des Dorfbachs Kirchleerau sind wenig bis stark beeinträchtigt. Das Sohlensubstrat besteht hauptsächlich aus kleineren und grösseren Steinen. Abbildung 52 zeigt den Dorfbach Kirchleerau und rot, die befischten Strecken. Das grüne Kreuz markiert, die Stelle an welcher das Foto für Abbildung 51 geschossen wurde.

Talbach

Im Talbach wurden vier Teilstrecken mit einer Gesamtlänge von 405 m befischt. Abschnitt 1, welcher unmittelbar nach der Mündung zur Suhre folgte, war 90 m lang. Danach passierte der Talbach Hirschthal, wo Verrohrungen verschiedenster Art folgten. Nach der Hauptstrasse wurde mit dem Fischen weiter gemacht. Abschnitt 2 (110) war stark beeinträchtigt bis künstlich. Der Abschnitt befand sich noch vollkommen inmitten der Wohnsiedlung und war abgetieft. Abschnitt 3 und 4 (100, 100) waren hingegen wenig beeinträchtigt. Nach 1.2 km verschwand der Talbach für 900 m in einer „open bottom box“ - Verrohrung. Das Gefälle der Verrohrung betrug 4%. Die Abfischstrecken sind in Abbildung 53 rot zu sehen.



Abbildung 53: Talbach, mit den rot markierten Abfisch-Strecken.

4.5 Experiment

Zwei Abschnitte oberhalb eines Absturzes im Rotbach, eines Zuflusses des Sempachersees, wurden vermessen und befischt. Anschliessend markierte man die Fische und setzte sie unterhalb des Absturzes wieder aus. Nach 18 Tagen wurden die selben Strecken oberhalb des Absturzes noch einmal befischt. Die gefangenen Fische mit Markierung wurden wieder unterhalb der Schwelle ausgesetzt. Nach 2 Tagen wurden die gleichen Strecken zum letzten Mal befischt.

4.5.1 Markierungen

Das Experiment startete am 18. August. An diesem Tag wurden alle Fische markiert. Sie wurden mit Hilfe eines Panjets mit dem Farbstoff Alzian Blau gekennzeichnet. Alle Individuen wurden am Bauch markiert. In Abschnitt 1 wurden die Tiere zwischen den Brustflossen und in Abschnitt 2 zwischen den Bauchflossen mit einem blauen Punkt markiert. Fische, welche am 18. August und am 5. September gefangen wurden, erhielten zweimal eine Markierung.

4.5.2 Untersuchungsgebiet

Es wurde an 4 verschiedenen Tagen gefischt. Die Befischungen fanden am 10. und 18. August, sowie am 5. und 7. September statt. In Abbildung 54 oben links sind die befischten Strecken farbig eingezeichnet. Die orange Strecke hatte eine Gesamtlänge von 275 m und war im direkten Anschluss an den Sempachersee. Diese Strecke wurde nur einmal befischt und zwar bei der ersten Fischung vom 10.8.2006. Die Mündung ist in Abbildung 54 oben rechts dargestellt. Die roten Strecken stellen die jeweils 175 m langen Untersuchungsgebiete 1 und 2 dar. Diese Strecken wurden jedes Mal befischt. Den Anfang bildete die in Abbildung 54 unten dargestellte Schwelle. Sie hatte eine durchschnittliche Höhe von 32 cm. Der Pool unterhalb der Schwelle hatte an den ufernahen Bereichen eine durchschnittliche Tiefe von 40 cm. Während die Tiefe in der Mitte des Rotbachs 58 cm betrug. Der Pool oberhalb der Schwelle hatte eine durchschnittliche Tiefe von 25 cm, wobei am Schwellenrand der tiefste Wert bei 10 cm und der höchste bei 20 cm lagen. Im hinteren Bereich erreichte der Pool eine Tiefe von bis zu 38 cm. Bei Tiefwasser-, respektive Hochwasserstand, konnten diese Werte aber um etwa 15 cm variieren. Die grüne Strecke wurde nur bei der letzten Fischung nicht mehr untersucht.



Abbildung 54: Rotbach mit den befisheten Strecken (oben links), Mündung (oben rechts) und die Schwelle (untere Reihe).

5 Resultate

5.1 Allgemeines zu den Seitenbächen der Suhre

Im Gesamten wurden in den 15 Seitenbächen der Suhre 62 Abschnitte mit einer Gesamtlänge von 7101 Metern befischt. Es wurden 1836 Fische gefangen, darunter 11 verschiedene Arten.

5.2 Gesamtübersicht

In Tabelle 8 sind die Resultate aller Befischungen der Seitenbäche zusammengefasst. Aufgeführt sind die totale Anzahl gefangener Fische aller Abschnitte, sowie der prozentuale Anteil der entsprechenden Spezies. Tabelle 8 gibt die Zusammensetzung der Fischarten bis zur Barriere wieder, welche für alle Arten, ausser der Bachforelle unüberwindbar waren. Es sind die Daten von 1338 der 1836 insgesamt gefangenen Fische berücksichtigt. Das heisst, die Daten von 498 gefangenen Bachforellen sind nicht einbezogen. In Bächen, wo nur Bachforellen gefangen wurden, sind diese Daten aufgeführt.

Tabelle 8: Zusammenfassung aller Befischungen. Aufgeführt sind der prozentuale Anteil und die Anzahl Fische n.

	Bachforelle		Schmerle		Elritze		Alet		Egli		Rotaugen		Schleie		Gründling		Schneider		Regenbogenforelle	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Hofbach	67	91	-	-	-	-	1	1	2	3	-	-	-	-	1	1	-	-	2	3
Chommlibach	138	36	117	31	109	28	13	-	2	3	-	-	1	<1	1	<1	2	<1	-	-
Zollbach	129	99	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Db. Geuensee	99	64	47	30	6	4	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Schlehrütibach	13	6	204	94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Db. Büron	20	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tannenhofbach	8	11	54	72	12	16	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
Eiholzbach	26	63	15	37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Db. Triengen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hüttenbach	32	97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3
B. n. Triengen	17	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gerenbach	10	41	4	17	-	-	-	-	2	8	4	17	4	17	-	-	-	-	-	-
Gründelbach	60	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Db. Kirchleerau	30	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Talbach	21	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Die Bachforelle wurde in 13 der 15 Bäche am häufigsten gefangen. Im Tannenhof- und Schlehrütibach war der häufigste Vertreter die Schmerle. Im Dorfbach Triengen wurden keine Fische gefangen. Der Chommlibach war mit 9 Arten der artenreichste. Im Gerenbach, dem Dorfbach Geuensee und dem Hofbach wurden 5 Arten verzeichnet, im Tannenhofbach 4 und im Zollbach 3 Arten. In den anderen Bächen wurden zwei oder weniger Arten festgestellt. Neben der Bachforelle und der Schmerle wurden vor allem die Elritze sowie die Groppe in den Bächen angetroffen.

In Abbildung 55 sind die prozentualen Anteile der einzelnen Fischarten aller gefangenen Fische dargestellt. Die Bachforelle wurde mit einem Anteil von 63% aller gefangenen Fische am meisten gefangen. Danach kommen Schmerle (17%), Elritze (14%) und Groppe (4%).

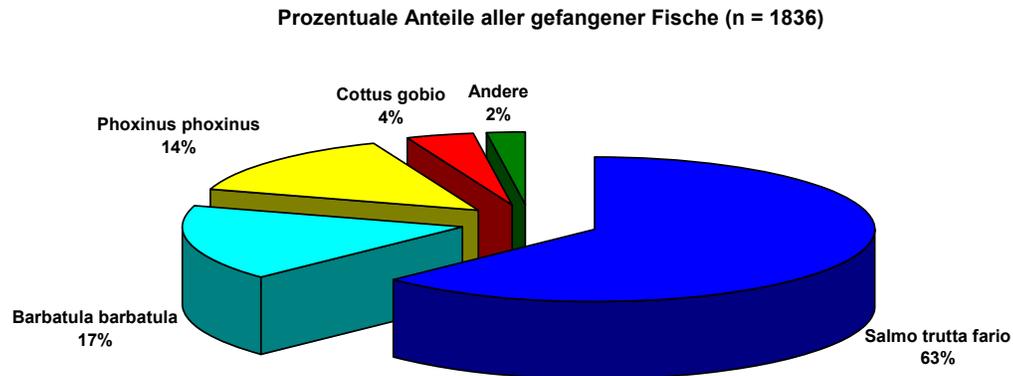


Abbildung 55: Diagramm aller Fische in Prozent.

Alle anderen gefangenen Arten machten im Vergleich zur Gesamtpopulation weniger als ein Prozent aus. Sie wurden deshalb in dieser Grafik unter „Andere“ (2%) zusammengefasst. Die genaue Zusammensetzung dieser Kategorie ist in Abbildung 56 zu sehen. Diese Gruppe umfasst 41 Fische. Der Alet ist mit 42% der häufigste Vertreter. Das Egli mit 17%, machte neben dem Alet den Hauptanteil aus. Schleien (12%) Rotaugen (10%), Gründlinge (7%), Regenbogenforellen (7%), und Schneider (5%) wurden nur vereinzelt gefangen.

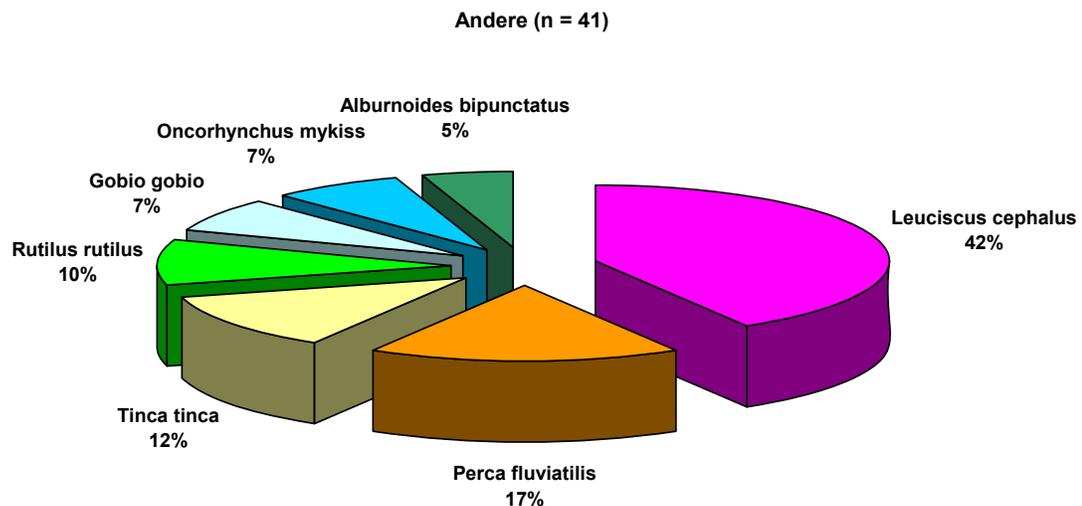


Abbildung 56: Zusammensetzung, die in Abbildung 55 als Kategorie „Andere“ bezeichnet wird.

5.3 Seitenbäche

Hofbach

Im Hofbach wurden vor der vorgestellten vierfachen Schwelle 5 Arten festgestellt. Darunter waren 57 Bachforellen, 2 Egli, 2 Regenbogenforellen, je 1 Alet und 1 Gründling. Danach wurden nur noch 235 Bachforellen gefangen.

Chommlibach

Tabelle 9 zeigt Artenverteilung der 428 im Chommlibach gefangenen Fische an. Der Schlusspunkt von Abschnitt 5 liegt am Ende des Waldes (siehe Abbildung 28). Das Ende von Abschnitt 13 bildet die vorgestellte Schwelle (Abbildung 29).

Tabelle 9: Zusammenstellung der Artenzusammensetzung im Chommlibach. Die Abschnitte sind in Abbildung 28 dargestellt. Aufgeführt sind die Anzahl n gefangener Fische und der prozentuale Anteil der Fisch in den jeweiligen Abschnitten.

	Abschnitte 1-5		Abschnitte 6-13		Abschnitte 14-15	
	n	%	n	%	n	%
Bachforelle	66	40.5	83	33.6	18	100
Schmerle	19	11.7	98	39.7	-	-
Elritze	53	32.5	58	23.5	-	-
Groppe	7	4.3	8	3.2	-	-
Alet	12	7.3	-	-	-	-
Egli	2	1.2	-	-	-	-
Schneider	2	1.2	-	-	-	-
Gründling	1	0.6	-	-	-	-
Schleie	1	0.6	-	-	-	-

Im Mündungsbereich (Abschnitt 1-5) wurden 9 verschiedene Fischarten gefangen. Unter den 163 Fischen waren vor allem Bachforellen (66) und Elritzen (53). Ausserdem wurden, neben den 5 anderen Arten, auch 2 Schneider gefangen. Der Hauptanteil der 247 Fische waren Bachforellen (83) und Schmerlen (98). Nach der Schwelle wurden 18 Bachforellen gefangen.

Zollbach

Vor der vorgestellten Verrohrung wurden 3 verschiedene Arten gefangen. Darunter waren 39 Bachforellen, 26 Gropfen und 1 Egli. Nach der Verrohrung wurden noch 36 Bachforellen gefangen.

Dorfbach Geuensee

Tabelle 10 zeigt die Resultate aus dem Dorfbach Geuensee an. Es wurden 238 Fische gefangen. Die Abschnitte 1 bis 4 lagen unmittelbar oberhalb der Mündung zur Suhre. In diesem Bereich wurden 3 Alet gefangen. Abschnitte 5 und 6 lagen direkt vor dem Fischpass. Die Bachforelle, die Schmerle und die Groppe wurden vermehrt gefangen, die Elritze nur vereinzelt. Abschnitte 7 und 8 befanden sich in und nach dem Fischpass aus Abbildung 33. Es wurden 55 Bachforellen gefangen.

Tabelle 10: Fangstatistik aus dem Dorfbach Geuensee. Angegeben sind die Anzahl n, sowie der prozentuale Anteil gefangener Fische in den entsprechenden Abschnitten.

	Abschnitte 1-4		Abschnitte 5-6		Abschnitte 7-8	
	n	%	n	%	n	%
Bachforelle	52	47.7	47	63.5	55	100
Schmerle	29	26.6	18	24.3	-	-
Groppe	21	19.3	7	9.5	-	-
Elritze	4	3.7	2	2.7	-	-
Alet	3	2.7	-	-	-	-

Eiholzbach

In Abschnitt 1 des Eiholzbachs wurden 24 Bachforellen gefangen. In Abschnitt 2, vor der „open bottom box“- Verrohrung aus Abbildung 41 wurden 3 Schmerlen und 1 Bachforelle gefangen. Nach der Verrohrung, in Abschnitt 3 wurden 12 Schmerlen und 1 Bachforelle gefangen. Nach der in Abbildung 40 dargestellten Schwelle wurden keine Fische mehr gefangen.

Gerenbach, Tannenhofbach und Schlehrütibach

Tabelle 11 zeigt die Resultate der Befischungen aus dem Geren-, dem Tannehof- und dem Schlehrütibach an. In den Bächen wurde nur in Strecken unmittelbar nach der Mündung gefischt. Das heisst im Schlehrütibach wurde ausserdem noch nach der Verrohrung (Abbildung 35, Abschnitt 4) gefischt, dort wurden jedoch in einer Strecke von 350 m keine Fische mehr gefangen. Im Schlehrütibach wurden hauptsächlich Elritzen (120 Stück) und Schmerlen gefangen (84 Stück). Im Tannenhofbach waren 54 der 75 Fische Schmerlen. Dort wurde ausserdem ein Gründling gefangen. Im Gerenbach wurden 5 Arten zu ähnlichen Anteilen gefangen. Genauer gesagt wurden 10 Bachforellen, je 4 Schmerlen, Rotaugen und Schleien, sowie 2 Eglis im Gerenbach gefangen.

Tabelle 11: Resultate aus Schlehrüti-, Tannenhof- und Gerenbach. Angegeben sind die Anzahl gefangener Fische n, der prozentuale Anteil an allen gefangenen Fischen, sowie die Länge der befischten Stercke in Metern.

	Schlehrütibach			Tannenhofbach			Gerenbach		
	n	%	L in m	n	%	L in m	n	%	L in m
Bachforelle	13	6.0	390	8	10.7	300	10	41.7	120
Schmerle	84	38.7		54	72.0		4	16.7	
Elritze	120	55.3		12	16.0		-	-	
Gründling	-	-		1	1.3		-	-	
Rotauge	-	-		-	-		4	16.7	
Schleie	-	-		-	-		4	16.7	
Egli	-	-		-	-		2	8.3	

5.4 Experiment Rotbach

Insgesamt wurden 94 Bachforellen markiert, davon waren 51 0⁺-Forellen. Es wurden ausserdem 4 Alet, 2 Schleien und 1 Rotaugen markiert und unter der Schwelle ausgesetzt. Keiner dieser Fische wurde in einer der zwei nachfolgenden Befischungen wiedergefangen. In der Befischung vom 10. August wurden vor der Schwelle 35 Egli gefangen. Nach der Schwelle wurde kein weiteres Egli gefangen.

In Abbildung 57 sind die Fangstatistiken vom 5. und 7. September dargestellt. Die schwarzen Histogramme stehen für die nicht markierten Forellen und die grauen für die markierten. Am 5. September waren von den insgesamt 79 gefangenen Forellen 38 markiert. Am 7. September waren von den insgesamt 75 gefangenen Bachforellen 37 markiert.

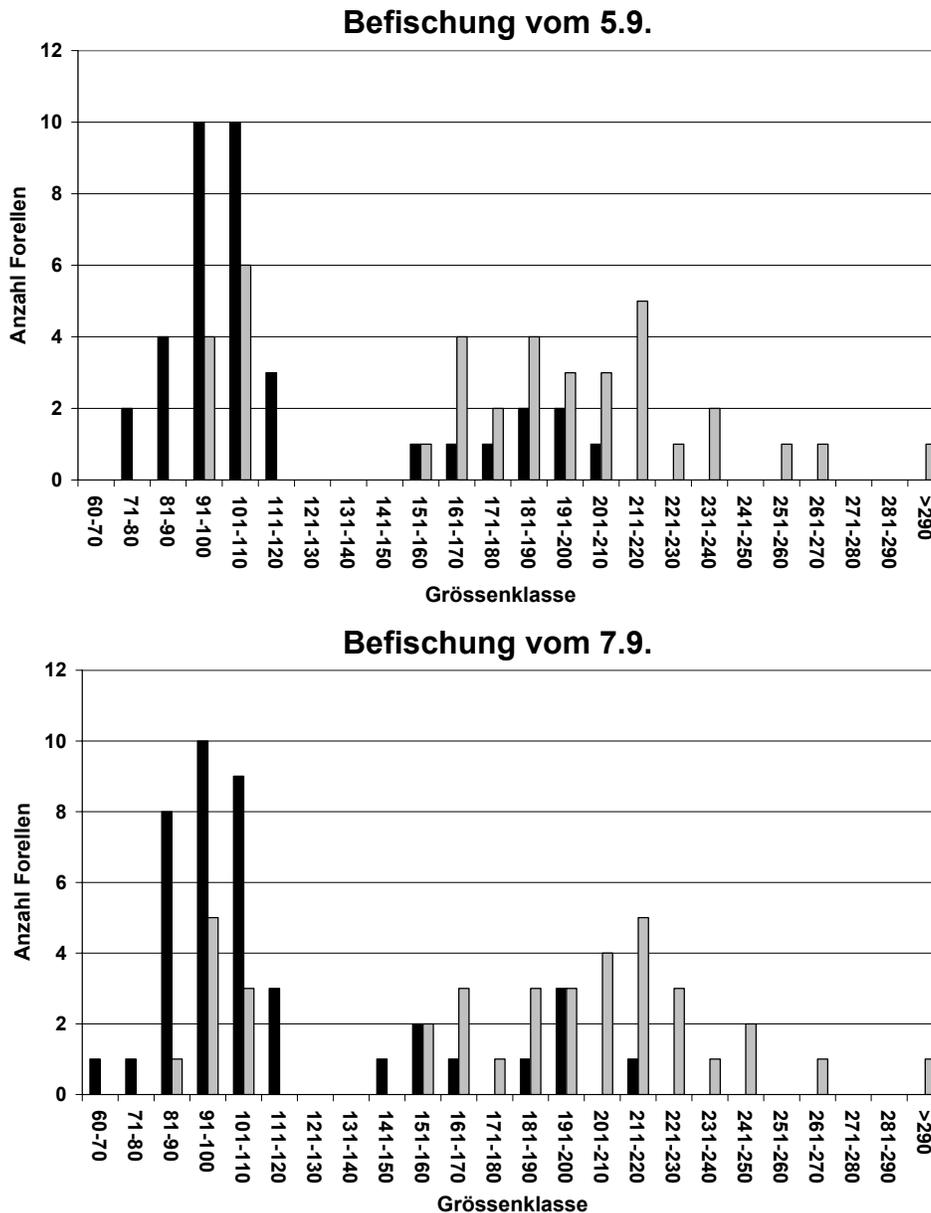
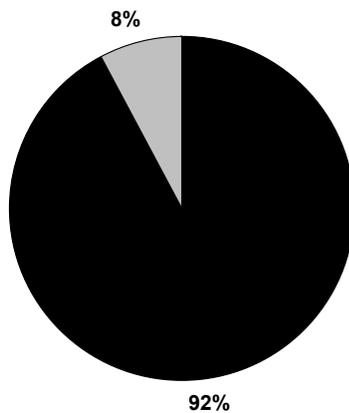


Abbildung 57: Fangstatistiken vom 5.9. (oben) und vom 7.9. (unten) ■ dargestellt sind die nicht markierten Forellen. ■ dargestellt sind die markierten Forellen.

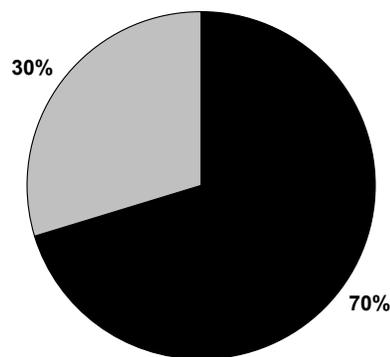
Standorttreue

Abbildung 58 zeigt an in welcher Strecke die Bachforellen nach Überquerung der Schwelle gefangen wurden. Schwarz steht für den prozentualen Anteil der Fische, welche immer im gleichen Abschnitt gefangen wurden. Grau gibt den prozentualen Anteil der Fische an, welche nicht ausschliesslich im gleichen Abschnitt gefangen wurden. In den beiden Befischungen wurden 38 (5.9.), respektive 37 (7.9.) markierte Fische gefangen. Das Diagramm ganz rechts ist eine Zusammenfassung der Befischungen vom 5. und 7. September. 28 Bachforellen wurden in jeder Befischung gefangen, 22 davon immer im selben Abschnitt.

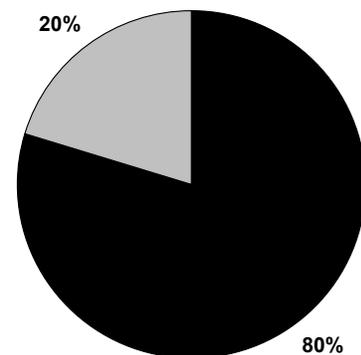
Befischung vom 5.9.



Befischung vom 7.9.



Insgesamt



■ standorttreue Forellen
■ nicht standorttreue Forellen

Abbildung 58: Standorttreue der Bachforellen. Gezeigt sind die prozentualen Anteile der Forellen, welche immer im gleichen Abschnitt wieder gefangen wurden. In Abfischung 1(5.9. links), Abfischung 2 (7.9. mitte) und in beiden Befischungen zusammen (rechts).

6 Diskussion

6.1 Seitenbäche der Suhre

6.1.1 Fehlende Arten

Tabelle 12 zeigt das Artenvorkommen in der Suhre und in deren Seitenbächen sowie dem Rotbach. Wie auch aus Tabelle 14 klar ersichtlich wird, ist die Bachforelle, die dominante Fischart in den untersuchten Gewässern. Dies entspricht dem natürlichen Verbreitungsspektrum dieser Art nach den fischökologischen Regionen (Huet 1949). 11 der 18 Fischarten wurden in den Seitenbächen der Suhre gefangen. Die 7 fehlenden Arten sind in Tabelle 12 gelb schattiert dargestellt.

Tabelle 12: Artenlisten der Suhre, deren Seitenbäche und dem Rotbach. Gelb schattiert sind die Arten, welche in den Seitenbächen fehlten.

	Suhre	Hofbach	Chommlibach	Dorfbach Geuensee	Zollbach	Dorfbach Büron	Bach in Triengen	Bach nördlich Triengen	Hüttenbach	Eiholzbach	Schlehrütibach	Tannenhofbach	Gerenbach	Dorfbach Kirchleerau	Talbach	Gründelbach	Rotbach
<i>Alburnoides bipunctatus</i>	•		•														
<i>Chondrostoma nasus</i>	•																
<i>Thymallus thymallus</i>	•																
<i>Anguilla anguilla</i>	•																
<i>Salmo trutta fario</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Barbus barbus</i>	•																
<i>Phoxinus phoxinus</i>	•		•	•							•	•					
<i>Gobio gobio</i>	•	•	•	•								•					•
<i>Leuciscus cephalus</i>	•	•	•	•													•
<i>Perca fluviatilis</i>	•	•	•		•								•				•
<i>Leuciscus leuciscus</i>	•																
<i>Esox lucius</i>	•																
<i>Rutilus rutilus</i>	•												•				•
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	•																
<i>Tinca tinca</i>	•		•										•				•
<i>Barbatula barbatula</i>	•		•	•						•	•	•	•				
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	•	•							•								
<i>Cottus gobio</i>	•		•	•	•												

Die fehlenden Arten sind die Nase, die Äsche, der Aal, die Barbe, der Hecht, der Hasel und die Rotfeder. Um eine genauere Aussage machen zu können bezüglich des Potentials einer Besiedlung, respektive Wiederbesiedlung der befischten Bäche muss man zuerst das natürliche Vorkommen der Spezies betrachten. Tabelle 13 zeigt die Flussfischarten der Schweiz und deren Verbreitung in der Schweiz. Die Fische, welche in der Suhre vorkommen sind gelb hervorgehoben.

Tabelle 13: Flussfischarten der Schweiz (gemäss VBGF vom 24. Nov. 1993; Stand 16. Januar 2001) und ihre Verbreitung in den einzelnen Fischregionen. Hervorgehoben sind die Fischarten, welche in der Suhre vorkommen (Schager et al. 2004).

wissenschaftlicher Name	Forellen-region	Äschen-region	Barben-region	Brachsmen-region	deutscher Name
<i>Salmo trutta fario</i>	■	■	■		Bachforelle*
<i>Salmo trutta lacustris</i>	■	■	■		Seeforelle*
<i>Cottus gobio</i>	■	■			Groppe*
<i>Lampetra planeri</i>	■	■			Bachneunauge*
<i>Phoxinus phoxinus</i>	■	■	■		Elritze
<i>Barbatula barbatula</i>	■	■	■		Schmerle
<i>Thymallus thymallus</i>	■	■	■		Äsche*
<i>Leuciscus souffia</i>	■	■	■		Strömer*
<i>Leuciscus cephalus</i>	■	■	■	■	Alet
<i>Alburnoides bipunctatus</i>	■	■	■		Schneider*
<i>Chondrostoma nasus</i>	■	■	■	■	Nase*
<i>Barbus barbus</i>	■	■	■	■	Barbe*
<i>Gobio gobio</i>	■	■	■	■	Gründling
<i>Leuciscus leuciscus</i>	■	■	■	■	Hasel*
<i>Perca fluviatilis</i>	■	■	■	■	Flussbarsch, Egli
<i>Esox lucius</i>	■	■	■	■	Hecht
<i>Rutilus rutilus</i>	■	■	■	■	Rotauge
<i>Abramis bjoerkna</i>	■	■	■	■	Güster, Blicke
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	■	■	■	■	Rotfeder
<i>Tinca tinca</i>	■	■	■	■	Schleie
<i>Cyprinus carpio</i>	■	■	■	■	Karpfen
<i>Alburnus alburnus</i>	■	■	■	■	Laube
<i>Silurus glanis</i>	■	■	■	■	Wels
<i>Lota lota</i>	■	■	■	■	Trüsche*
<i>Abramis brama</i>	■	■	■	■	Brachsmie
<i>Gymnocephalus cernua</i>	■	■	■	■	Kaulbarsch
<i>Cobitis taenia</i>	■	■	■	■	Steinbeisser
<i>Anguilla anguilla</i>	■	■	■	■	Aal
<i>Rhodeus amarus</i>	■	■	■	■	Bitterling
<i>Leucaspis delineatus</i>	■	■	■	■	Moderlieschen
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	■	■	■	■	Stichling
<i>Misgurnus fossilis</i>	■	■	■	■	Schlammpeitzger
Südarten, Doubs:					
<i>Zingel asper</i>	■	■	■		Rhonestrebler
<i>Salaria fluviatilis</i>	■	■	■		Cagnetta*
<i>Leuciscus souffia muticellus</i>	■	■	■		Strigione*
<i>Chondrostoma toxostoma</i>	■	■	■	■	Sofie*
<i>Chondrostoma soetta</i>	■	■	■	■	Savetta*
<i>Barbus meridionalis</i>	■	■	■	■	Hundsbarbe*
<i>Barbus plebejus</i>	■	■	■	■	Südbarbe*

Nach Messmer und Lehmann (1994) fällt das Gebiet der Suhre aufgrund von Gefälle und Breite vom Seeausfluss bis Staffelbach in die Barbenregion. Von Staffelbach bis zur Aare-mündung fällt die Suhre in die Äschenregion. In Abbildung 8 sieht man die Suhre in ihrem ganzen Verlauf. Der Dorfbach Kirchleerau (Nummer 14) fliesst bei Staffelbach in die Suhre. Nur der Talbach liegt also nicht in der Barbenregion. Er gehört zur Äschenregion. Von den 7 Arten, welche in den Seitenbächen fehlen, werden die Populationen auch in der Suhre nach der Ausgabe von Umwelt Aargau (2004) und Faller (2003) als klein oder sehr klein bezeichnet (Faller et al. 2003; Brogli et al. 2004). Dazu gehören Hasel, Hecht, Rotfeder, Aal, Nase und Äsche. Von den Fischen, die in den Seitenbächen fehlen wird nur die Population der Barbe in der Suhre als gross bezeichnet (Brogli et al. 2004). Da das Gefälle in den Seitenbächen aber normalerweise höher ist, kann das Fehlen dieser Art nicht als Defizit gesehen werden.

6.1.2 Verteilung, Qualität und Quantität der gefangenen Arten

Tabelle 14 zeigt eine Zusammenfassung der in den Seitenbächen gefangenen Arten. Der Chommlibach wies die grösste Artenvielfalt auf. Der Bachverlauf nach der Mündung verlief unverbaut und die Artenverteilung war natürlich. Der Bach soll deshalb bei der Analyse der anderen Gewässer als Referenz dienen.

Tabelle 14: Zusammenfassung der gefangenen Arten.

	<i>Salmo trutta fario</i>	<i>Phoxinus phoxinus</i>	<i>Barbatula barbatula</i>	<i>Cottus gobio</i>	<i>Leuciscus cephalus</i>	<i>Perca fluviatilis</i>	<i>Rutilus rutilus</i>	<i>Tinca tinca</i>	<i>Gobio gobio</i>	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
Chommlibach	•	•	•	•	•	•		•	•	•	
Hofbach	•				•	•			•		•
Zollbach	•			•		•					
Dorfbach Geuensee	•	•	•	•	•						
Schlehrütibach	•		•								
Eiholzbach	•		•								
Dorfbach Büron	•										
Tannenhofbach	•	•	•						•		
Dorfbach Triengen											
Bach nördlich Triengen	•										
Hüttenbach	•										•
Gerenbach	•		•			•	•	•			
Gründelbach	•										
Dorfbach Kirchleerau	•										
Talbach	•										

• = Einzelfunde (≤3)

Die Mündung zur Suhre und zirka die ersten 1000 m der befischten Gewässer fallen alle in den Grenzbereich von der Barben- zur Äschenregion. Ausgenommen ist der Talbach, welcher in den Grenzbereich von Äschen- zu Forellenregion liegt (Messmer et al. 1994).

6.1.2.1 Bachforelle - *Salmo trutta fario*

Die Bachforelle kommt in allen Gewässern ausser dem Dorfbach Triengen vor. In diesem Gewässer wird sie auch nicht eingesetzt. Das Problem stellt hier die Mündung dar, welche verrohrt und nicht niveaugleich ist. Im Allgemeinen ist das Vorkommen der Art natürlich, ungefährdet und entsprechend ihrer Fischregion eher in den Oberläufen der Seitenbäche. Die Bachforelle wird nur im Dorfbach Büron, dem Zollbach, dem Hüttenbach und dem Dorfbach Kirchleerau eingesetzt.

Folgerung: Verbesserungspotential für die Bachforelle besteht im der Dorfbach Triengen.

6.1.2.2 Schmerle - *Barbatula barbatula*

Das Vorkommen der Schmerle in der Suhre wird in den Literaturquellen (Faller et al. 2003; Brogli et al. 2004) als durchschnittlich bis klein angegeben. Die Schmerle kommt in 6 der 15 befischten Gewässer vor. Im Schlehrüti- und Tannenhofbach ist sie gar die dominierende Art. Sie wurde ausschliesslich in Bächen mit kleiner Wasserführung, niedrigem Gefälle, niveaugleicher und strömungsarmer Mündung gefangen. Die Schmerle wurde vor allem in den Seitenbächen um Geuensee gefangen. In dieser Region fehlte sie nur im Dorfbach Büron und im Zollbach. Die Schmerle besetzt ihre Habitate in den Seitengewässern der Suhre zufrieden stellend. Wie aus den Resultaten hervorgeht wurde sie entsprechend ihrer Fischregion hauptsächlich im Übergang von Äschen- zu Forellenregion gefangen.

Folgerung: Die Gewässer mit Verbesserungspotential für die Schmerle sind der Dorfbach Büron und der Zollbach.

6.1.2.3 Elritze – *Phoxinus phoxinus*

Die Elritze kommt in der Suhre wenig vor (Faller et al. 2003; Brogli et al. 2004). Dies widerspiegeln auch die Resultate der Befischungen der Seitenbäche. Die Elritze wurde in 3 der 15 befischten Bäche gefangen. Wie Tabelle 13 zu entnehmen ist, liegt ihr Verbreitungsgebiet ähnlich, wie das der Schmerle. Wie den Resultaten zu entnehmen ist, wurde sie auch entsprechend gefunden. Im artenreichen Gerenbach und im Zollbach hätte man sie ebenfalls erwarten können, dort fehlte sie allerdings.

Folgerung: Verbesserungspotential für die Elritze besteht im Gerenbach und im Zollbach.

6.1.2.4 Groppe – *Cottus gobio*

Die Groppe wurde in 3 der 15 befischten Bäche (Chommlibach, Zollbach, Dorfbach Geuensee) gefangen. Diese Bäche liegen unmittelbar nebeneinander. Die Mündungen zur Suhre erfolgen niveaugleich innerhalb von 500 Metern. Nach der Studie von Faller (2003) befindet sich ein Groppenpopulation 2500 Meter oberhalb der Kläranlage in Schöffland (Faller et al. 2003). Dies wäre etwa im Bereich des Gründel- und des Gerenbachs. Die Mündung des Gründelbachs erfolgt in Form einer Blocksteinrampe und diese Rampe ist nach Literaturangaben zur Sprungfähigkeit der Groppe (Barandun 1989) für diesen Fisch unüberwindbar. Die Mündung zum Gerenbach erfolgt in einer sehr kurzen, niveaugleichen Verrohrung. Die Mündung zum Schlehrütibach, dem nächstgelegenen Gewässer, der drei Bäche, wo die Groppe vorkommt, erfolgt ebenfalls in einer niveaugleichen Verrohrung. Man könnte deshalb postulieren, dass Groppen verrohrte Mündungen, egal welcher Art, meiden. Dies müsste man aber noch nachweisen. Ausserdem liegt ihr Hauptverbreitungsgebiet in der Forellenregion und dieser Bereich der erwähnten Gewässer, sowie dem Tannenhofbach war eingedolt. In den drei Bächen, wo die Groppe gefangen wurde, fing man sie in den entsprechenden Regionen.

Folgerung: Gewässer mit Verbesserungspotential für die Groppe sind Gründelbach, Gerenbach, Schlehrütibach, Tannenhofbach und der Dorfbach Triengen.

6.1.2.5 Alet - *Leuciscus cephalus*

Der Alet ist in der Suhre häufig anzutreffen (Faller et al. 2003; Brogli et al. 2004). Dementsprechend ist es überraschend, dass er nur in 3 der 15 Seitenbäche (Chommlibach, Hofbach, Dorfbach Geuensee) gefangen wurde. Ausserdem wurden in 2 der 3 Bäche weniger als 4 Individuen gefangen. Das Verbreitungsgebiet des Alet liegt in der Äschen- und Barbenregion (Tabelle 13). Er sollte deshalb in mindestens 10 weiteren Bächen gefangen werden (alle ausser Dorfbach Kirchleerau und Talbach). Nach Lopez 1999 bevorzugt der Alet Gewässer mit einer Tiefe von 0.6 Metern (Lopez 1999). Diese Bedingungen erfüllen nicht alle der 10 angesprochenen Gewässer. Im Zoll-, Schlehrüti-, Eiholz- und Tannenhofbach ist das Gewässer, in der für den Alet idealen Region, stark beeinträchtigt oder sogar künstlich. In den sechs anderen Gewässer (Dorfbach Büron, Dorfbach Triengen, Hüttenbach, Gründelbach, Gerenbach und dem Bach nördlich Triengen) erfolgt die Mündung zur Suhre in Form einer Verrohrung oder nicht niveaugleich. Wie auch auf Grund des Rotbachexperiments vermutet werden kann ist der Alet kein Sprungfisch und somit unfähig ansteigende Mündungen zu passieren.

Folgerung: Die Gewässer mit Verbesserungspotential für den Alet sind der Zollbach, der Schlehrütibach, der Eiholzbach, der Tannenhofbach, der Dorfbach Büron, der Dorfbach Triengen, der Hüttenbach, der Gründelbach, der Gerenbach und der Bach nördlich Triengen.

6.1.2.6 Egli - *Perca fluviatilis*

Das Egli wird in der Suhre selten angetroffen (Faller et al. 2003; Brogli et al. 2004). Es wurde in 4 der 15 Seitenbäche (Hofbach, Chommlibach, Zollbach, Gerenbach) gefangen. Obwohl es nur Einzelfunde waren, entspricht die Verbreitung der Ökologie dieses Fisches. Sein Verbreitungsgebiet liegt hauptsächlich in der Barbenregion, also der Suhre selber, und nach Knaepkens (2006) ist das Wanderverhalten des Eglis bei Habitathomogenität ausgeprägter. Da die Suhre, respektive der Sempachersee eine beachtliche Vielfalt an Habitaten zu bieten haben, gibt es vermutlich keine ausgeprägte Verbreitung des Eglis in die Seitengewässer der Suhre.

6.1.2.7 Rotaug – *Rutilus rutilus*

Rotaugen wurden einzig im Gerenbach gefangen. Der 120 Meter lange renaturierte Abschnitt beherbergte 4 Individuen. Die Mündung des Gerenbachs zur Suhre erfolgt niveaugleich und in Form einer sehr kurzen Verrohrung. Das Rotaug scheint habitatreiche Abschnitte zu bevorzugen. Das Verbreitungsgebiet des Rotauges liegt hauptsächlich in der Barbenregion, also eigentlich der Suhre selber. Seitenbäche könnten aber für das Rotaug zum Beispiel als Laichplatz eine gewisse Attraktivität zu haben. Dies konnte auch andeutungsweise im Rotbachexperiment festgestellt werden. Anhand dieses Experiments könnte ausserdem vermutet werden, dass das Rotaug kein ausgeprägtes Sprungverhalten zu haben scheint. All dies führt mich zur Schlussfolgerung, dass bei einer allfälligen Sanierung der Mündung des Gründelbachs, Rotaugen diesen Bach besiedeln würden, da ein Teil des Gründelbachs in einem Naturschutzgebiet in der Barben/Äschenregion liegt. Dieser Teil ist denn auch ökomorphologisch gesehen wenig beeinträchtigt.

Folgerung: Verbesserungspotential für das Rotaug besteht im Gründelbach.

6.1.2.8 Schleie – *Tinca tinca*

Für die Schleie gilt ähnliches, wie für das Rotauge. Sie wurde in 2 der 15 Bäche gefangen (Chommlibach, Gerenbach). Auch sie benutzt kleine Seitengewässer zum laichen und zeigt kein ausgeprägtes Sprungverhalten. Dies kann ebenfalls aus dem Rotbachexperiment vermutet werden. Da aber die Schleie in der Suhre noch seltener anzutreffen ist als das Rotauge (Faller et al. 2003; Brogli et al. 2004) und das Verbreitungsgebiet in den Seitenbächen der Suhre nicht typisch ist (hauptsächlich Brachsenregion), wäre eine Gewässerumstrukturierung nur im Zusammenhang der zusätzlichen Verbesserung der Situation für andere Fische sinnvoll. Dies würde nur auf den Gründelbach und Tannenhofbach zutreffen.

Folgerung: Die Gewässer mit Verbesserungspotential für die Schleie sind der Gründelbach und der Tannenhofbach.

6.1.2.9 Gründling – *Gobio gobio*

Der Gründling wurde in 3 der 15 Seitengewässer nur vereinzelt gefunden (Chommlibach, Hofbach, Tannenhofbach). Die Mündungen dieser Gewässer sind die am fischfreundlichsten gestalteten Mündungen. Sie weisen keine Strömung auf und erfolgen niveaugleich. Der Gründling kommt nach Faller (2003) sehr häufig in der Suhre vor. In allen drei Bächen wurde der Gründling unmittelbar an der Mündung zur Suhre gefangen. Obwohl das Verbreitungsgebiet (Äschenregion) dem der Seitenbäche entsprechen würde, besiedelte der Fisch nicht einmal den Chommlibach. Aus diesem Grund ist anzunehmen, dass die Seitenbäche der Suhre nicht zum bevorzugten Areal des Gründlings gehören.

6.1.2.10 Schneider . *Alburnoides bipunctatus*

Der Schneider wurde ausschliesslich im Chommlibach gefangen (2 Stück). Das Gewässersystem der Suhre scheint der ideale Ort für den gefährdeten Schneider zu sein. Laut Faller (2003), sowie Brogli (2004) scheint es in der Suhre grosse Populationen des Schneiders zu geben. Dies wird ebenfalls durch Messmer (1994) bestätigt. Nach Tabelle 13 entspricht die Region in und um die Suhre ebenfalls seinem Verbreitungsgebiet. Der Schneider kommt meistens in Gesellschaft von 5 oder mehr Arten vor (Pedroli et al. 1991). Dies trifft auf den Chommlibach zu. Im Dorfbach Geuensee und im Gerenbach wurden ebenfalls 5 Arten gefangen, was für das Potential dieser Bäche spricht. Mit dem Einwandern von Elritze und Alet würde dies auch auf den Zollbach zutreffen. Der Hofbach ist aufgrund seiner Lage, unmittelbar am See, als Habitat, trotz der vier gefundenen Arten, nach Messmer (1994) für den Schneider nicht geeignet (Messmer et al. 1994).

Folgerung: Die Gewässer mit Verbesserungspotential für den Schneider sind der Gerenbach und der Zollbach.

6.1.2.11 Regenbogenforelle – *Oncorhynchus mykiss*

Die Regenbogenforelle ist kein einheimischer Fisch. Da ausserdem insgesamt nur 3 Individuen gefangen wurden wird die Verbreitung hier nicht weiter behandelt.

6.1.3 Hindernisse

In 5 Bächen wurde ein Hindernis im Verlauf des Gewässers zur Fischbarriere. An allen anderen Orten, war meines Erachtens das Problem schon an der Mündung. Die Mündungen werden noch separat behandelt. Deshalb werde ich zuerst auf die Hindernisse in den 5 Bächen eingehen.

6.1.3.1 Hofbach

Da vor der vierfachen Schwelle im Hofbach 4 Arten gefangen wurden, könnte man annehmen, sie sei der Grund, dass sich die Fische nicht weiterverbreiten. Die Arten wurden aber ausschliesslich in der Nähe der Mündung gefangen. Es ist deshalb anzunehmen, dass die 170 Meter bis zur vierfach Schwelle nicht attraktiv gestaltet sind für die meisten Fischarten. Darauf weisen auch Befischungen aus anderen Jahren hin (Messmer et al. 1994; Schager et al. 2004). Bevor die Schwelle ersetzt würde, müsste man also zuerst den Gewässerverlauf vor der Schwelle erneuern.

6.1.3.2 Dorfbach Geuensee

Der Fischpass im Dorfbach Geuensee wurde als klares Wanderungshindernis für die Fische identifiziert. Vor dem Fischpass wurden 4 Fischarten nachgewiesen. In und nach dem Fischpass wurde nur noch die Bachforelle gefangen. Auf Grund des naturnah gestalteten Abschnitts oberhalb des Fischpasses würde eine Verbesserung der Situation für die Fische Sinn machen.

6.1.3.3 Schlehrütibach

Die 250 m lange Verrohrung 1 km vor der Mündung zur Suhre konnte als klares Hindernis für die Fische charakterisiert werden. Weder die Bachforelle noch die Schmerle wurden oberhalb der Verrohrung, im wenig beeinträchtigten Gewässerstück gefangen. Da die Mündung und der Bereich danach künstlich bis stark beeinträchtigt war, würde eine Erneuerung des etwa 1.5 km langen Stücks eine Verbesserung bezüglich der Artenvielfalt im Schlehrütibach mit sich bringen.

6.1.3.4 Gerenbach

Die Entfernung des Halbschalenbaus im Jahr 2005 und die damit verbundene Revitalisierung des Gewässers verbesserte die Situation im Gerenbach erheblich. Es wurden 5 Arten gefangen. Damit ist nachgewiesen, dass ein Öffnen eines weiteren Abschnitts des Gewässers eine Belebung des Systems mit sich bringen wird.

6.1.3.5 Eiholzbach

Die „open bottom box“ – Verrohrung im Eiholzbach stellte für die Bachforelle und die Schmerle kein Wanderungshindernis dar. Das Problem der Kreuzung von Bahn und Bach wurde also gut gelöst. Allerdings stellte die vorgestellte 61 cm hohe Schwelle ein unüberwindbares Hindernis für die Schmerle dar.

6.1.4 Mündungen

In Abbildung 59 sind 14 der 15 Mündungen der Seitenbäche zur Suhre dargestellt. Einzig der Talbach fehlt. Interessanterweise ist die Mündung bei allen Bächen, welche mehr als 2 Arten beherbergen niveaugleich und strömungsarm. Ein Hinweis auf die Wichtigkeit der Gestaltung des Einstiegs in die Seitenbäche für die Fische. 6 Bäche wurden als durchgängig eingestuft. Schlehrüti- und Eiholzbach wurden als bedingt durchgängig, aber verbesserungswürdig eingestuft. Alle anderen Mündungen wurden als undurchgängig eingestuft. Die Legende zu den Bildern ist Tabelle 15 zu entnehmen.

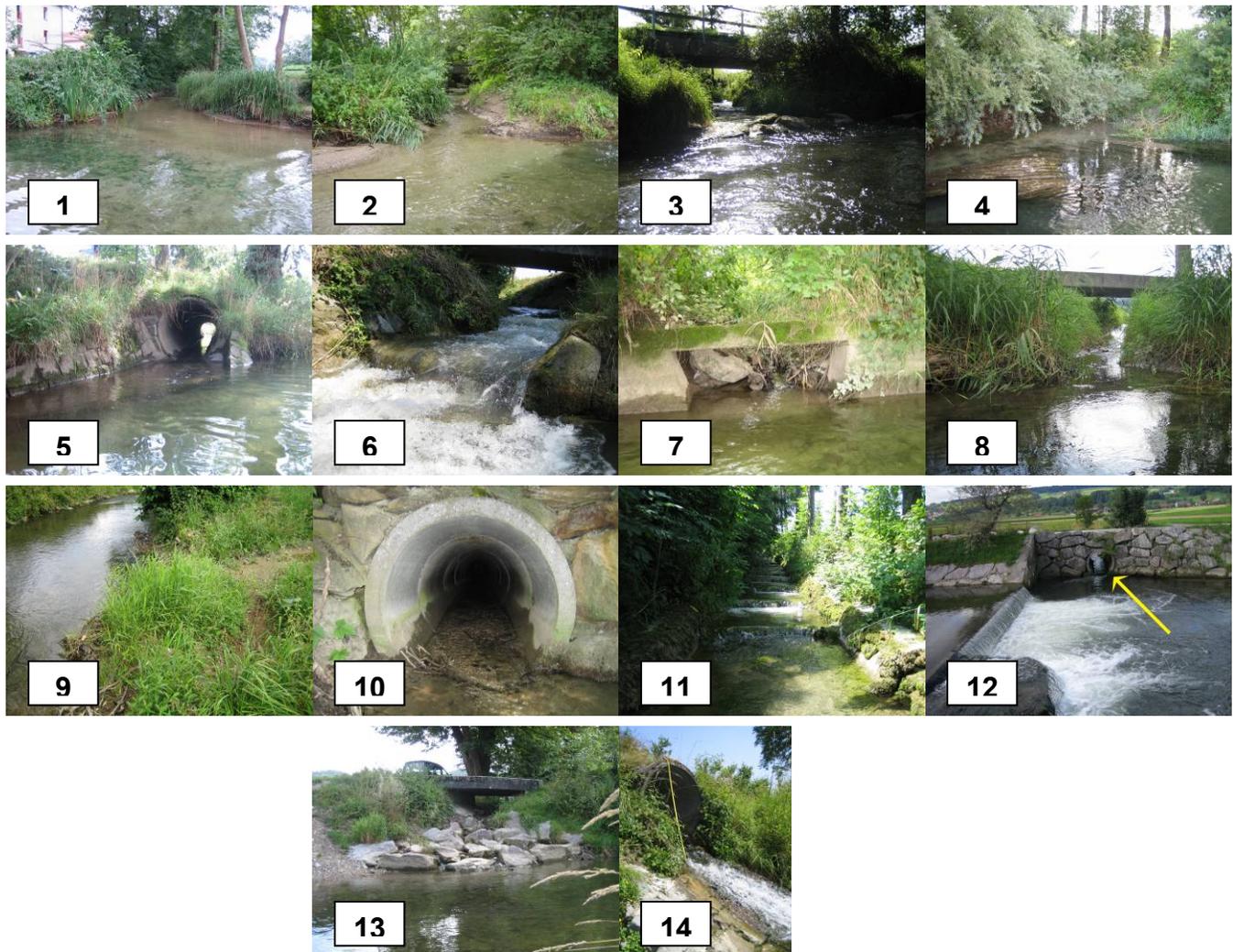


Abbildung 59: Die 14 Mündungen der 15 Seitenbäche zur Suhre. Die Mündung des Talbachs fehlt.

Tabelle 15: Legende zu Abbildung 59

Nr. in Abbildung 59	Gewässername	Anzahl Arten	Verbesserung nötig
1	Hofbach	4	Nein
2	Chommlibach	9	Nein
3	Dorfbach Geuensee	5	Nein
4	Zollbach	3	Nein
5	Schlehrütibach	2	Ja
6	Dorfbach Büron	1	Ja
7	Eiholzbach	2	Ja
8	Tannenhofbach	4	Nein
9	Dorfbach Kirchleerau	1	Ja
10	Bach nördlich Triengen	1	Ja
11	Hüttenbach	2	Ja
12	Gerenbach	5	Nein
13	Gründelbach	1	Ja
14	Dorfbach Triengen	0	Ja

6.1.5 Ökomorphologie

In Tabelle 16 ist die Ökomorphologie der Seitenbäche basierend auf den Daten aus Kapitel 3 aufgeführt. Vor allem die Struktur im Mündungsbereich wurde berücksichtigt. Bäche welche mehrheitlich stark beeinträchtigt waren, wurden als defizitär eingestuft.

Tabelle 16: Zusammenfassung der Ökomorphologie der Seitengewässer der Suhre. Legende: 1 = eingedolt, 2 = künstlich, 3 = stark beeinträchtigt, 4 = wenig beeinträchtigt, 5 = naturnah

Gewässername	Anzahl Arten	Ökomorphologie
Hofbach	4	3
Chommlibach	9	4
Zollbach	3	3
Dorfbach Geuensee	5	4
Schlehrütibach	2	3
Dorfbach Büron	1	4
Tannenhofbach	4	3
Eiholzbach	2	3
Bach nördlich Triengen	1	2
Hüttenbach	2	2
Gerenbach	5	5
Gründelbach	1	3
Dorfbach Triengen	0	2
Talbach	1	2
Dorfbach Kirchleerau	1	3

6.1.6 Fazit: Verbesserung der Gewässer

Alle vorhergehenden Punkte zur Verbesserung der Gewässer sind in Tabelle 17 noch einmal zusammengefasst. Jede Spalte steht für ein Kriterium in der Gewässerbeurteilung. Ein angekreuztes Kästchen bedeutet, dass der entsprechende Bach ein Defizit in diesem Kriterium aufweist. Bei Gewässern mit mehr als 3 Defiziten wird eine Verbesserung empfohlen. Beim Dorfbach Geuensee wird trotz der wenigen Defizite ebenfalls eine Verbesserung vorgeschlagen, da das Hindernis als Wanderungsbarriere identifiziert wurde.

Tabelle 17: Zusammenfassung der Ergebnisse zur Verbesserung der Situation in den Gewässern. Jede Spalte steht für ein Kriterium in der Gewässerbeurteilung. Bei mehr als 3 Defiziten wird eine Verbesserung vorgeschlagen. 1 = Bachforelle, 2 = Schmerle, 3 = Elritze, 4 = Groppe, 5 = Alet, 6 = Rotaugen, 7 = Schleie, 8 = Schneider, 9 = Hindernisse, 10 = Ökomorphologie, 11 = Mündung, 12 = Total Defizite (Anzahl Kreuze).

Gewässername	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Verbesserung nötig
Hofbach										X		1	Nein
Chommlibach												0	Nein
Zollbach		X	X		X			X		X		5	Ja
Dorfbach Geuensee									X			1	Ja
Schlehrütibach				X	X					X	X	4	Ja
Dorfbach Büron		X			X						X	3	Nein
Tannenhofbach				X	X		X			X		4	Ja
Eiholzbach					X					X	X	3	Nein
Dorfbach Triengen	X			X	X					X	X	5	Ja
Bach nördlich Triengen					X					X	X	3	Nein
Hüttenbach					X					X	X	3	Nein
Gerenbach			X	X	X			X	X			5	Ja
Gründelbach				X	X	X	X				X	5	Ja
Dorfbach Kirchleerau										X	X	2	Nein
Talbach										X		1	Nein

6.1.7 Vorschläge zur Verbesserung und Kostenabschätzung

Zollbach

Es ist bereits vorgesehen den Zollbach zu erneuern. Wie ich in der Einleitung beschrieben habe, soll in der Nähe von Zellfeld ein Labyrinthpark entstehen. Im Rahmen dieses Projekts soll auch der Zollbach revitalisiert werden. Diese Massnahmen könnten eine Einwanderung von Alet, Elritze, Schmerle und Schneider zur Folge haben.

Dorfbach Geuensee

Die Fischtreppe im Dorfbach Geuensee stellt ein Wanderungshindernis dar. Der Kostenaufwand für eine Entfernung der Fischtreppe und den Einbau einer entweder flachen Sohlrampe (Gefälle < 1:20) mit hoher Rauigkeit oder einer stark gegliederten Sohlrampe ist als hoch einzuschätzen.

Schlehrütibach

Die Mündung des Schlehrütibachs ist verrohrt und der anschliessende Gewässerverlauf ist künstlich oder stark beeinträchtigt. Danach folgt eine 250 m lange Verrohrung. Eine Revitalisierung könnte eine Gerinneaufweitung und eine Öffnung der verrohrten Strecke beinhalten. Da dies eine Strecke von ungefähr 1.5 km betreffen würde ist der Kostenaufwand als hoch einzuschätzen.

Tannenhofbach

Die 200 m des Tannenhofbachs vor der Mündung zur Suhre sind stark beeinträchtigt. Da der Tannenhofbach schon 4 Arten beheimatet und das Potential ähnlich hoch wie beim Gerenbach einzuschätzen ist macht eine Revitalisierung Sinn. Nicht zuletzt, weil der Bach vor dieser starken Beeinträchtigung nur als wenig beeinträchtigt eingestuft werden kann. Eine Revitalisierung könnte eine Gerinneaufweitung, sowie eine Bepflanzung der Ufer beinhalten. Der Kostenaufwand ist laut Ökomorphologie Stufe S als mittel einzustufen (BUWAL 2005).

Das heisst, man müsste mit einem Kostenaufwand von 300 bis 600 Franken pro Laufmeter rechnen. Dies würde einem Kostenpunkt von 60'000 bis 120'000 Franken entsprechen.

Dorfbach Triengen

Der Mündungsbereich des Dorfbachs Triengen ist ungenügend. Keine einzige Fischart hat die Möglichkeit den Einstieg zu schaffen. Der Kostenaufwand eines ähnlichen Projekts in La Praye (BE) mit einer Herstellung eines offenen Gewässerlaufs, sowie den Neubau eines Strassendurchlasses mit naturnaher Gerinnegestaltung wurde auf 1'000 bis 2'000 Franken pro Laufmeter geschätzt (BUWAL 2005). Da die Verrohrung eine Länge von 17.5 m aufweist, würde dies einem Kostenumfang von 17'500 Franken entsprechen.

Gerenbach

Einer weiteren Öffnung von 120 m des Gerenbachswäre ökologische gesehen sinnvoll. Der Kostenaufwand wurde bei einem ähnlichen Projekt am Moosbach (AG) in der Ökomorphologiestufe S als niedrig, das heisst weniger als 1000 Franken pro Laufmeter eingestuft (BUWAL 2005). Dies würde beim Gerenbach einem Kostenaufwand von weniger als 12'000 Franken entsprechen.

Gründelbach

Im Gründelbach liegt das Problem an der Mündung zur Suhre. Die Blockrampe ist nur für die Bachforelle passierbar. Bei einer Neugestaltung der Mündung entsteht ein Besiedlungspotential für weitere 4 Fischarten. Dies würde den Bau einer flachen (Gefälle < 1:20) rauhen Sohlrampe und einer naturnahen Gerinnegestaltung entsprechen. Der Kostenaufwand ist als hoch einzustufen mit über 600 Franken pro Laufmeter.

Fazit zur Besiedlung der Seitenbäche:

- Die Art der Mündung ist entscheidend für die Besiedlung der kleinen Bäche
- Durchgängige Mündungen sind niveaugleich, strömungsarm und nicht verrohrt
- Im Mündungsbereich ist die Artendiversität der Seitenbäche am höchsten
- Ökomorphologische Beeinträchtigung beeinflusst die Artendiversität negativ
- Ansteigende Verrohrungen stören die Durchgängigkeit am stärksten

6.2 Experiment

Sprungverhalten der Bachforelle

Durch das Experiment im Rotbach konnte nachgewiesen werden, dass 0⁺ - Forellen mit einer Mindestlänge von 9 cm fähig sind, Abstürze von mindestens 25 cm zu überspringen. 9 0⁺ - Forellen sprangen zwischen dem 5. und 7. September über die Schwelle. Nach Gleichung 2 von Gallagher 1999 (Gallagher 1999) ist dies nicht möglich. Nach der Formel könnten Bachforellen mit einer Länge von 9 cm nur 3.3 cm hoch springen. Sie sprangen also 8x höher als erwartet. Die Formel müsste also mindestens um den Faktor acht korrigiert werden. Löst man die Formel nach dem zu korrigierenden Faktor auf, erhält man Gleichung 4.

$$y = \sqrt{\frac{hg}{l^2}} \quad (\text{Gleichung 3})$$

Mit Einsatz der Zahlenwerte $h = 0.25 \text{ m}$, $g = 9.81 \text{ ms}^{-1}$ und $l = 0.09 \text{ m}$ erhält man $y = 17$. Das heisst, man müsste für die Geschwindigkeit der Bachforelle nicht 9 bis 12x die Körperlänge rechnen, sondern 17x oder mehr, zumindest für einjährige Forellen unter ähnlichen Bedingungen wie im Experiment (Spätsommer, Wassertemperatur etwa 17°C, ähnliche Hindernismorphologie).

Sprungverhalten der anderen Fische

Da nur 4 Alet, 2 Schleien und 1 Rotaugen markiert und unter der Schwelle ausgesetzt wurden, welche nicht mehr oberhalb gefangen wurden, kann man nicht viel über das Sprungvermögen dieser Fische aussagen. Die Anzahl markierter Fische war zu gering. Einzig beim Alet ist zu ergänzen, dass der Fisch Sprünge zu meiden scheint oder nicht ausführen kann. Diese Aussage beruht auf Beobachtungen an einer Stelle im Rotbach, welche näher an der Mündung lag als die untersuchte Schwelle. Etwa 50 m bevor der Rotbach in den Sempachersee mündet, befindet sich eine 5 cm hohe Schwelle, welche normalerweise vom Wasser überspült ist. Bei Tiefwasserstand muss ein Fisch die Barriere überspringen. Meine Beobachtungen wurden bei Tiefwasserhältnissen gemacht. Ich sah 7 oder 8 Individuen, welche vor der Schwelle zu warten schienen. Immer wieder schwammen sie an die Stelle vor der Schwelle und machten den Anschein, als prüften sie die Passierbarkeit der Schwelle. Es scheint allerdings klar, dass das Egli nicht fähig ist Schwellen mit einer Höhe von 25 cm zu überspringen. Vor der 30 cm Schwelle wurden 35 Egli gefangen. Nach der Schwelle sah der Rotbach morphologisch nicht anders aus, es wurde aber kein einziges mehr gefangen.

Weitere Arten

In den Strecken oberhalb der Schwelle wurden einige juvenile Schleien, Rotaugen und Alet gefangen. Dieser Teil des Rotbachs ist anscheinend als Laichplatz für diese Arten geeignet.



Abbildung 60: Aletfotos aus dem Rotbach.

Standorttreue

Die Bachforellen wiesen eine ausgesprochene Standorttreue auf. Nachdem am 18. August 94 Bachforellen markiert wurden, fingen wir 18 Tage später, am 5. September 38 Individuen wieder. 35 der 38 Forellen wurden im gleichen Abschnitt von 100 m Länge gefangen. Das entspricht 92%. Bei der Befischung vom 7. September wurden 37 Forellen wieder gefangen. 26 der 37 Forellen wurden im gleichen Abschnitt gefischt, was 70% entspricht. Von den Forellen, welche bei jeder Befischung gefangen wurden, waren 22 der 28 immer im gleichen Abschnitt anzutreffen, was 79% entspricht. Allerdings könnten die beiden letztgenannten Prozentsätze allenfalls höher sein, da zwischen den letzten zwei Befischungen nur gerade zwei Tage verstrichen.

Fazit zum Sprungverhalten:

- 0⁺ - Forellen können 30 cm hohe Schwellen überwinden
- Forellen zeigen eine ausgeprägte Standorttreue
- Das Egli springt nicht über 30 cm hohe Schwellen

7 Fazit

7.1 Schlussfolgerungen

Der Einfluss von Barrieren auf die Verteilung von Fischen in kleinen Bächen wurde in 15 Seitengewässern der Suhre mittels Befischung untersucht. Folgende Schlussfolgerungen können aus den Resultaten gezogen werden:

- Insgesamt wurden in den Seitengewässern 11 verschiedene Fischarten gefangen. Im Mündungsbereich wurde bei allen Bächen die höchste Artenvielfalt festgestellt.
- 7 Seitengewässer mündeten in Form von Verrohrungen kombiniert mit ansteigendem Gefälle oder Abstürzen in die Suhre. Keine Fischart ausser der Bachforelle passierte solche Mündungen. Sie können als nicht durchgängig eingestuft werden.
- Im naturnahen Referenzgewässer, dessen Gewässerdurchgängigkeit nicht gestört war, nahm die Artenvielfalt mit steigendem Gefälle ab. Diese Tendenz war auch bei den anderen Bächen da. Deshalb wäre eine Korrelation zwischen Artendiversität und Gefälle möglich.
- Im Verlauf von 4 der 15 Seitengewässer wurde nach einer Verrohrung weniger Arten gefangen als vorher. Verrohrungen sind also eine Durchgängigkeitsstörung.
- Einige Bäche wiesen nur in der Ökomorphologie ein Defizit auf. In wenig beeinträchtigten Gewässern wurden mehr verschiedene Arten gefangen als in vergleichbaren, stark beeinträchtigten. Die Besiedlung der Bäche wird also durch die Ökomorphologie mitbeeinflusst.

Das Sprungverhalten der Bachforelle wurde an einer 30 cm hohen Schwelle im Rotbach untersucht. Bachforellen wurden gefischt, markiert und unterhalb der Schwelle wieder ausgesetzt. Nach einer weiteren Befischung wurden die markierten Forellen gezählt, welche oberhalb der Schwelle waren. Folgende Schlussfolgerungen können aus den Resultaten gezogen werden:

- Es wurde nachgewiesen, dass die Sprungfähigkeit von Forellen bisher unterschätzt wurde. Einjährige Forellen sprangen über die Schwelle.
- Die befischte Strecke oberhalb der Schwelle wurde in zwei Abschnitte unterteilt. 79 bis 92% der Forellen wurden im selben Abschnitt wieder gefangen. Die Fische waren äusserst standorttreu.

7.2 Hypothesen

...**Hypothese 1:** Hindernisse beeinflussen die Besiedlung der Seitenbäche durch die Fische. Hypothese 1 wurde bestätigt. In vielen Bächen war die Mündung selbst das Hindernis. In diesen Bächen wurden nur 2 oder weniger Arten gefangen.

...**Hypothese 2:** Hindernisse wirken artspezifisch. Hypothese 2 wird akzeptiert. Es gibt springende und nichtspringende Fische. Die Identifizierung der Fische, die springen konnte in der vorliegenden Diplomarbeit nicht ermittelt werden.

...**Hypothese 3:** Verrohrungen wirken als Barrieren für die Fische. Hypothese 3 wurde ganz klar bestätigt. Die meisten Verrohrungen wirken als Barrieren, weil sie nicht fischfreundlich gebaut wurden. Die „open bottom box“ – Verrohrung im Eiholzbach ist ein Beispiel dafür, dass eine Verrohrung keine Barriere sein muss.

...**Hypothese 4:** Morphologisch stark degradierte Strecken wirken als Barrieren. Attraktive und schwach beeinträchtigte Gewässer wie der Chommlibach, der Gerenbach, der Dorfbach Geuensee oder die Mündung des Hofbachs wiesen ein höheres Artenspektrum auf, als beispielsweise der stark beeinträchtigte Schlehrütibach. Hypothese 4 wurde also ebenfalls bestätigt.

7.3 Ausblick

Die vorliegende Arbeit konnte die Wichtigkeit der Seitengewässer der Suhre nur beschränkt wiedergeben. Für genauere Analysen müssten weitere Befischungen in kommenden Jahren und anderen Jahreszeiten gemacht werden, damit die Ökologie aller Fische berücksichtigt würde.

Bei der Frage nach den Sprungfähigkeiten der Bachforelle konnte nur ein Detail geklärt werden. Die Fähigkeiten der Forellen müssten bei anderen Temperaturen, verschiedenen Hindernismorphologien, sowie anderer Jahreszeiten getestet werden, damit ein Gesamtbild zum Sprungverhalten dieses Fisches erstellt werden könnte.

8 Dank

Ich möchte Dr. Armin Peter für die Betreuung während der Diplomarbeit danken. Die Betreuung war fachlich, persönlich und organisatorisch ausgezeichnet.

Brigitte Germann und Camila Bremm möchte ich für die Beihilfe bei praktisch allen Fischungen, sowie die Lösung bei Problemen danken.

Bei Philipp Amrein, Robert Lovas, Thomas Stucki, Hans Leu, Rudolf Sjiundo und Hans Wehrli möchte ich mich für die problemlose Zusammenarbeit in Bezug auf die Befischungen der Seitenbäche im Kanton Aaragu und Luzern bedanken. Wir erhielten jedes Mal eine Befischungsbewilligung, selbst wenn die Anfrage nur einen Tag vor der Befischung einging.

Eva Schager, Lorenz Jaun und Sara Schubert möchte ich für diverse Hilfestellungen während meiner Diplomarbeit bedanken. Sie nahmen sich jedes Mal Zeit.

Christine Weber, Pascal Vonlanthen, Markus Krähenbühl, Mehdi El Bettah, Rike Stelkens und Ricardo Mendez möchte ich für die Hilfe während den praktischen Arbeiten bedanken.

Bei Kevin Erni und Herr Bussmann von „Kost&Partner“, sowie Josef Muggli bedanke ich mich für die Zusammenstellung von Informationsmaterial.

9 Literatur

- Altringham, J. D., et al. (1986). "Energy cost of contraction in fast and slow muscle fibers isolated from an elasmobranch and an Antarctic teleost fish." Journal of Experimental Biology **121**: 239-250.
- 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.
- Baglinière, J. L., et al. (1985). "Microrépartition des populations de truit commune (*Salmo trutta* L.) de juvénile de saumon atlantique (*Salmo salar* L.) et des autres espèces présentes dans la partie haute du Scorff (Bretagne)." Hydrobiologia **120**: 229-239.
- Bain, M. B. (1999). Substrate. Aquatic Habitat Assessment. M. B. Bain and J. S. Stevenson. Betesda, American Fisheries Society: 216.
- Banarescu (1990). Zoogeography of Fresh Waters, AULA-Verlag GmbH, Wiesbaden.
- Barandun, J. (1989). Analyse der Vorkommen von Groppen und Schmerlen im Appenzellerland. Projekt ausgeführt durch Barandun, J.: 31.
- Baras, E. (1995). "Thermal related variations of seasonal and daily spawning periodicity in *Barbus barbus* doi." Journal of Fish Biology **46**(5): 915-917.
- Baras, E., et al. (2001). Migration of Freshwater Fish. Oxford, Blackwell Science.
- Baras, E., et al. (1989). "Application du radiopistage à l'étude éco-éthologique du barbeau fluviatile (*Barbus barbus*): problèmes, stratégies et premier résultats." Cah. Ethol **9**: 467-794.
- Beaumont, W. R. C., et al. (1997). "The use of miniature radio tags to study coarse fish movements in the River Frome Dorset." Fish. Manag. Ecol. **3**: 201-207.
- Bernatchez, L., et al. (1987). "Relationship between bioenergetics and behaviour in anadromous fish migrations." Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences **44**: 399-407.
- Brogli, R., et al. (2004). Fische, Krebse und Muscheln im Kanton Aargau. Umwelt Aargau: 36.
- Brookes, A. (1994). River channel change. The rivers handbook. P. Calow and G. E. Petts. Oxford, Blackwell Scientific Publications. **2**: 55-75.
- BUWAL (2005). Ökomorphologie Stufe S. Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Bern: 72.
- Campbell, N. A., et al. (2002). Biology, Benjamin Cummings.
- Chapman, C. A., et al. (1984). "Versatility in habitat use by a top aquatic predator, *Esox lucius* L." Journal of Fish Biology **25**: 109-115.
- Clough, S., et al. (1997). "Diel migration and site fidelity in a stream-dwelling cyprinid, *Leuciscus leuciscus* in the River Frome, Dorset." Hydrobiologia **371/372**: 89-97.
- Collins, G. B., et al. (1962). "Ability of Salmonids to Ascend High Fishways." Transactions of the American Fisheries Society **91**(1): 7.
- Cook, M. F., et al. (1988). "Movements, habitat selection and activity periods of northern pike in Eleven Mile Reservoir, Colorado." Transactions of the American Fisheries Society **117**: 496-502.
- Cowx, I. G. (1991). The use of angler catch data to examine potential fishery management problems in the lower reaches of the River Trent, England. Catch Effort Sampling Strategies. I. G. Cowx. Oxford, Blackwell Science Ltd: 154-165.

- Croze, O., et al. (2000). "Libre circulation des poissons migrateurs et seuils en rivière dans le bassin RMC. Guide technique." Agence de l'Eau RMC. Conseil Supérieur de la Pêche: 53.
- Cummins, K. W. (1962). "An evaluation of some techniques for the collection and analysis of benthic samples with special emphasis on lotic waters." American Midland Naturalist **67**: 477-504.
- Decker, L. M., et al. (1992). "Short-term seasonal changes in composition and abundance of fish in Sagehen Creek, California." Transactions of the American Fisheries Society **121**: 297-306.
- Dedual, M. (1990). "Demography of nase *Chondrostoma nasus nasus* in relation to the management of a hydro-electrical power station." Demographie du Hotu (Chondrostoma nasus nasus) en relation avec la gestion d'une usine hydro-electrique Hydrology in mountainous regions II: 205-212.
- Dittmann, A. H., et al. (1996). "Homing in Pacific salmon: mechanisms and ecological basis." Journal of Experimental Biology **199**: 83-91.
- Donnelly, R. E., et al. (1998). "Movements of a bream (*Abramis brama* (L.)), rudd X bream hybrid, tench (*Tinca tinca* (L.)) and pike (*Esox lucius* (L.)) in an Irish canal habitat." Hydrobiologia **371/372**: 305-308.
- ecoptima (2005). Labyrinth Park. Sursee, Labyrinth Park AG: 32.
- Faller, P., et al. (2003). "Stress status of gudgeon (*Gobio gobio*) from rivers in Switzerland with and without input of sewage treatment plant effluent." Environmental Toxicology and Chemistry **22**(9): 2063-2072.
- Fausch, K. D. (1993). "Experimental analysis of microhabitat selection by juvenile Steelhead (*Oncorhynchus mykiss*) and Coho Salmon (*O. kisutch*) in a British Columbia stream." Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences **50**: 1196-1207.
- Fausch, K. D., et al. (1995). Evolutionary significant units and movement of resident stream fishes: a cautionary tale. Evolution and the aquatic system: defining unique units in population conservation. K. J. Nielsen. Bethesda, Maryland, American Fisheries Society: 360-370.
- Forseth, T., et al. (1999). "Juvenile migration in brown trout: a consequence of energetic state." Journal of Animal Ecology **68**: 783-793.
- Fredrich, F., et al. (2003). "Spawning migrations of the chub in the River Spree, Germany." Journal of Fish Biology **63**(3): 710-723.
- Gallagher, A. S. (1999). Barriers. Aquatic Habitat Assessment. M. B. Bain and J. S. Stevenson. Bethesda, Maryland, American Fisheries Society: 181.
- Gaudin, P., et al. (1990). "Microdistribution of *Cottus gobio* L. and fry *Salmo trutta* in a first order stream." Polski Archiwum Hydrobiologii **37**: 81-93.
- Gerking, S. D. (1959). "The restricted movement of fish populations." Biological Reviews **34**: 221-242.
- Heape, W. (1931). Emigration, Migration and Nomadism. Cambridge, Heffer.
- Heggenes, J., et al. (1993). "Homeostatic behavioural responses in a changing environment: brown trout (*Salmo trutta*) become nocturnal during winter." Journal of Animal Ecology **62**: 295-308.
- Holthe, E., et al. (2005). "A fish selective obstacle to prevent dispersion of an unwanted fish species, based on leaping capabilities." Fisheries Management and Ecology **12**: 143-147.

- Holzner, M. (2000). Untersuchungen über die Schädigung von Fischen bei der Passage des Mainkraftwerks Dettelbach. Institut für Tierwissenschaften. München, München: 351.
- Hrbacek, J., et al. (1961). "Demonstration of the effect of the fish stock on the species composition of zooplankton and the intensity of metabolism of the whole plankton association." Verh Int Ver Limnol **14**: 192-195.
- Huber, M., et al. (1998). "Radio telemetry as a tool to study habitat use of nase (*Chondrostoma nasus* L.) in medium-sized rivers." Hydrobiologia **371/372**: 309-319.
- Hubert, M., et al. (1998). "Radio telemetry as a tool to study habitat use of nase (*Chondrostoma nasus* L.) in medium sized rivers." Hydrobiologia **371/372**: 309-319.
- Hubert, W. A., et al. (1998). "Define the purpose of habitat analysis and avoid the activity trap." Fisheries **23**(5): 20-21.
- Huet, M. (1949). "Aperçu des relations entre la pente et les populations piscicoles des eaux courants." Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie **11**: 333-351.
- Idler, D. R., et al. (1958). "Biochemical studies on sockeye salmon during spawning migration II. Cholesterol, fat, protein and water in the body of the standard fish." Canadian Journal of Biochemistry and Physiology **36**: 793-798.
- Jungwirth, M., et al. (2003). Angewandte Fischökologie an Fließgewässern, Facultas.
- Jungwirth, M., et al. (1998). Fish migration and fish bypasses. Oxford, Blackwell Science.
- Knaepkens, G., et al. (2006). "Fish pass effectiveness for bullhead (*Cottus gobio*), perch (*Perca fluviatilis*) and roach (*Rutilus rutilus*) in a regulated lowland river." Ecology of Freshwater Fish **15**(1): 20-29.
- Koed, A., et al. (2000). "Annual movement and migration of adult pikeperch in a lowland reservoir." Journal of Fish Biology **57**: 1266-1279.
- Kondratieff, M. C., et al. (2005). "Two adjustable waterfalls for evaluating fish jumping performance." Transactions of the American Fisheries Society **134**(2): 503-508.
- Künzli (2005). Fischökologische Untersuchung in vier schwallbeeinflussen Schweizer Fließgewässer. Biologie. Zürich, ETH: 111.
- Langford, T. E., et al. (1979). The movement and distribution of sonic-tagged coarse fish in two British rivers in relation to power station cooling-water outfalls. Proceedings of the 3rd International Conference on Wildlife Biotelemetry. F. M. Long. Laramie: 197-232.
- Larinier, M., et al. (1978). "Possibilités de franchissement du seuil de Beaucaire par les aloses du Rhône." Bulletin Français de Pisciculture **50**: 107-120.
- Le-Louran, H., et al. (1996). "Ecological and Biological characteristics of chub (*Leuciscus cephalus*) in some rivers of the French Atlantic frontage." Cybium **20**(3): 55-57.
- Leonard, J. B. K., et al. (1999). "Effects of migration distance on whole-body and tissue-specific energy use in American shad (*Alosa sapidissima*)." Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences **56**: 1159-1171.
- Linlokken, A. (1993). "Efficiency of fishways and impacts of dams on the migration of the grayling and brown trout in the Glomma river system, southeastern Norway." Regulated Rivers Research & Management **8**(1 – 2): 145 - 153.
- Lopez, M. (1999). Movement Behaviour of Chub, (*Leuciscus cephalus*) and Nase, (*Chondrostoma nasus*) in the Stream Ron, Central Switzerland. IHE. Delft: 53.
- Lucas, M. C., et al. (1997). "Seasonal movements and behaviour of adult barbel *Barbus barbus*, a riverine cyprinid fish: implications for river management." Journal of applied Ecology **33**: 1345-1358.

- Lucas, M. C., et al. (1997). "Effects of a flow gauging weir on the migratory behaviour of adult barbel, a riverine cyprinid." Journal of Fish Biology **50**: 382-396.
- Marmulla, G., et al. (1996). Preliminary results of a radio telemetry study of returning Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and sea trout (*Salmo trutta trutta* L.) in River Sieg, tributary of River Rhine in Germany. Underwater Biotelemetry, Proceedings of the First Conference and Workshop on Fish Telemetry in Europe, University of Liège, Belgium. E. Baras and J. C. Philippart: 109-117.
- Matheney, M. P., et al. (1995). "Patterns of movement and habitat use by northern hog suckers in an Ozark stream." Transactions of the American Fisheries Society **124**: 886-897.
- Matthews, W. J., et al. (1994). "Spatial and temporal patterns in lish assemblages of individual pools in a midwestern stream (U.S.A.)." Environmental Biology of Fishes **39**: 381-397.
- Meffe, G. K., et al. (1997). Principles of conservation biology. Sunderland, Sinauer Associates.
- Messmer, M., et al. (1994). Bedeutung der Ökomorphologie für die Zusammensetzung und Struktur der Fischfauna in der Suhre unter spezieller Berücksichtigung des Schneiders *Alburnoides bipunctatus*. Abteilung für Umweltnaturwissenschaften. Zürich, ETH: 96.
- Muggli, J. (2006). Fischartenliste des Sempachersees. m. Mitteilung.
- Muus, et al. (1998). Süsswasserfische, BLV.
- Näslund, I. (1993). "Migratory behaviour of brown trout *Salmo trutta* L.: importance of genetic and environmental influences." Ecology of Freshwater Fishes **33**: 51-57.
- Northcote, T. G. (1978). Migratory strategies and production in freshwater fishes. Ecology of Freshwater Production. S. D. Gerking. Oxford, Blackwell: 326-359.
- Northcote, T. G. (1984). Mechanisms of fish migration in rivers. Mechanisms of Migration in Fishes. J. D. McCleave, J. J. Dodson and W. H. Neill. New York: 317-355.
- Northcote, T. G. (1995). "Comparative biology and management of Arctic and European grayling (*Salmonidae*, *Thymallus*)." Reviews in Fish Biology and Fisheries **5**: 141-194.
- Ovidio, M., et al. (1996). "A preliminary telemetry investigation on the obstacles to anadromous Salmonids migration in spawning streams of the Belgian Ardennes (river Meuse bassin)." Proceedings of the Second IAHR Symposium on Habitat Hydraulics Ecohydraulique A: 83-88.
- Ovidio, M., et al. (2000). A radio-tracking study on the impact of small dams on the conservation of salmonid fish in Southern Belgium. Freshwater Fish Conservation International Symposium. Albufeira, Portugal.
- Ovidio, M., et al. (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.
- Padrew, M. (1998). "Road Crossings as Barriers to Small-Stream Fish Movement." Transactions of the American Fisheries Society **127**: 637-644.
- Parker, M. A. (2000). Fish Passage - Culvert Inspection Procedures. British Columbia, Ministry of Environment, Lands and Parks: 52.
- Parkinson, D., et al. (1999). "A preliminary investigation of spawning migrations of grayling in a small stream as determined by radio-tracking." Journal of Fish Biology **55**(1): 172-182.
- Pavlov, D. S. (1989). "Structures assisting the migrations of nonsalmonid fish. USSR." Fisheries Technical Paper **308**.
- Pedroli, J.-C., et al. (1991). Verbreitungsatlas der Fische und Rundmäuler der Schweiz. Documenta fauna Helvetiae: 205.

- Peter, A. (2005). Fische: Biologie, Ökologie, Ökonomie. Skript zur Vorlesung 701-044 an der ETH Zürich: 112.
- Peterson, J. T., et al. (1993). "Colonization rates of fishes in experimentally defaunated warmwater streams." Transactions of the American Fisheries Society **122**: 199-207.
- Platts, W. S., et al. (1983). Methods for evaluating stream, riparian, and biotic conditions. Odgeon, Utah, U.S. Forest Service.
- Poncin, P. (1996). "A field observation on the influence of aggressive behaviour on mating success in the European grayling." Journal of Fish Biology **48**: 802-804.
- Pringle, C. M. (1997). Fragmentation in stream ecosystems. Principles of conservation biology. G. K. Meffe and C. R. Carroll. Sunderland, Sinauer Associates: 289-290.
- Reiser, D. W., et al. (1985). A technique for assessing upstream fish passage problems at small-scale hydropower developments, American Fisheries Society.
- Saladaña, J., et al. (1983). "Energy compartmentalization in a migratory fish, *Prochilodus marinae* (Prochilodontidae), of the Orinoco River." Copeia: 617-625.
- Schager, E., et al. (2004). Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer - Fische Stufe F (flächendeckend), BUWAL: 63.
- Schiemer, F., et al. (1992). Strategies for Conservation of a Danubian Fish Fauna. River Conservation and Management. P. J. Boon, P. Calow and G. E. Petts, John Wiley & Sons Ltd.: 363-382.
- Smith, R. J. F. (1992). "Alarm signals in fishes." Reviews in Fish Biology and Fisheries **2**: 33-63.
- Smyly, W. J. P. (1957). "The life-history of the bullhead ore MILEER's Thump (*Cottus gobio* L.)." Proc. Zool. Soc. London **128**: 431-453.
- Stabell, O. B. (1984). "Homing and olfaction in salmonids: a critical review with special reference to the Atlantic salmon." Biological Reviews **59**: 333-388.
- Steinman, I., et al. (1997). "Body conditions of *Chondrostoma nasus* during first winter." Folia Zoologica (suppl. 1) **46**: 117-122.
- Stuart, T. A. (1962). The Leaping Behaviour of Salmon and Trout at Falls and Obstructions. Pitlochry, Department of Agriculture and Fisheries for Scotland.
- Sursee, S. (2000). Bau- und Zonenreglement. Sursee: 59.
- Thomas, G. (1977). "The influence of eating and rejecting prey items upon feeding and searching behaviour in *Gasterosteus aculeatus* L." Animal Behaviour **25**: 52-66.
- Tomlinson, M. L., et al. (2003). "Ecology of the Bullhead, *Cottus gobio*." Conserving Natura 2000 Rivers **4**: 19.
- Ulmann, P. (1998). The importance of habitat diversity and connectivity for fishes in the Toess River with spacial emphasis on temporarily isolated pools. Kastanienbaum, ETH: 195.
- Vordermeier, T., et al. (1999). Untersuchungen zur Durchgängigkeit von Fließgewässern für Fische. Materialien. B. L. f. Wasserwirtschaft. München, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft. **79**.
- Winston, M. R., et al. (1991). "Upstream extirpation of four minnow species due to damming a prairie stream." Transactions of the American Fisheries Society **120**: 98-105.
- Wintersberger, H. (1996). "Species assemblages and habitat selection of larval and juvenile fishes in the River Danube." Archiv für Hydrobiologie Supplement **113**: 497-505.
- Wootton, R. J. (1990). Ecology of Teleost Fishes. London, Chapman & Hall.
- Zbinden, S., et al. (2005). Monitoring der Nase (*Chondrostoma nasus*) in der Schweiz 1995-2004. Bern, BUWAL: 37.

Zbinden, S., et al. (1996). "Contribution to the knowledge of the distribution and spawning grounds of *Chondrostoma nasus* (pisces, cyprinidae) in Switzerland." Conservation of Endangered Fresh Water Fish in Europe: 287-297.

10 Anhang

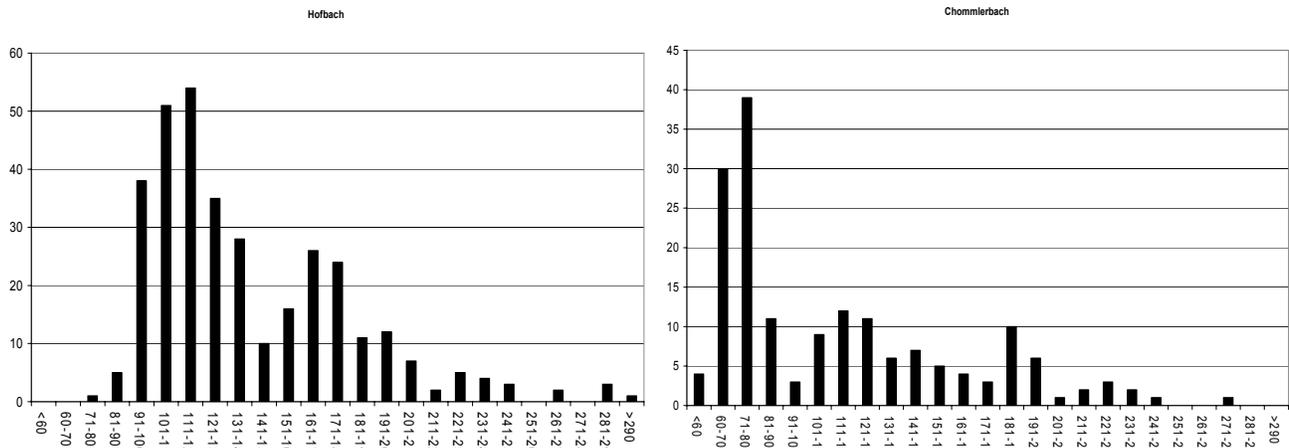
Quantitative Daten zu den Abfischungen der Seitenbäche der Suhre

Anz	Fischart	Gewässername	Koordinaten	Abschnitt	Anz	Fischart	Gewässername	Koordinaten	Abschnitt
1	<i>Cottus gobio</i>	Chommlierbach	649497 / 226753	0 bis 110	1	<i>Barbatula barbatula</i>	Dorfbach	649284 / 227350	0 bis 100
1	<i>Gobio gobio</i>	Chommlierbach	649497 / 226753	0 bis 110	6	<i>Cottus gobio</i>	Dorfbach	649284 / 227350	0 bis 100
11	<i>Leuciscus cephalus</i>	Chommlierbach	649497 / 226753	0 bis 110	1	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Dorfbach	649284 / 227350	0 bis 100
2	<i>Perca fluviatilis</i>	Chommlierbach	649497 / 226753	0 bis 110	17	<i>Salmo trutta fario</i>	Dorfbach	649284 / 227350	0 bis 100
18	<i>Salmo trutta fario</i>	Chommlierbach	649497 / 226753	0 bis 110	16	<i>Barbatula barbatula</i>	Dorfbach	649284 / 227350	100 bis 203
	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	Chommlierbach	649497 / 226753	110 bis 255	3	<i>Cottus gobio</i>	Dorfbach	649284 / 227350	100 bis 203
1	<i>Barbatula barbatula</i>	Chommlierbach	649497 / 226753	110 bis 255	2	<i>Leuciscus cephalus</i>	Dorfbach	649284 / 227350	100 bis 203
3	<i>Cottus gobio</i>	Chommlierbach	649497 / 226753	110 bis 255	8	<i>Salmo trutta fario</i>	Dorfbach	649284 / 227350	100 bis 203
1	<i>Leuciscus cephalus</i>	Chommlierbach	649497 / 226753	110 bis 255	5	<i>Barbatula barbatula</i>	Dorfbach	649284 / 227350	203 bis 303
1	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Chommlierbach	649497 / 226753	110 bis 255	3	<i>Cottus gobio</i>	Dorfbach	649284 / 227350	203 bis 303
15	<i>Salmo trutta fario</i>	Chommlierbach	649497 / 226753	110 bis 255	1	<i>Leuciscus cephalus</i>	Dorfbach	649284 / 227350	203 bis 303
1	<i>Tinca tinca</i>	Chommlierbach	649497 / 226753	110 bis 255	3	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Dorfbach	649284 / 227350	203 bis 303
2	<i>Cottus gobio</i>	Chommlierbach	649497 / 226753	255 bis 355	15	<i>Salmo trutta fario</i>	Dorfbach	649284 / 227350	203 bis 303
1	<i>Leuciscus cephalus</i>	Chommlierbach	649497 / 226753	255 bis 355	2	<i>Barbatula barbatula</i>	Dorfbach	649284 / 227350	303 bis 403
5	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Chommlierbach	649497 / 226753	255 bis 355	4	<i>Cottus gobio</i>	Dorfbach	649284 / 227350	303 bis 403
8	<i>Salmo trutta fario</i>	Chommlierbach	649497 / 226753	255 bis 355	10	<i>Salmo trutta fario</i>	Dorfbach	649284 / 227350	303 bis 403
13	<i>Barbatula barbatula</i>	Chommlierbach	650533 / 226048	0 bis 100	5	<i>Barbatula barbatula</i>	Dorfbach	650205 / 227316	0 bis 120
1	<i>Cottus gobio</i>	Chommlierbach	650533 / 226048	0 bis 100	5	<i>Cottus gobio</i>	Dorfbach	650205 / 227316	0 bis 120
46	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Chommlierbach	650533 / 226048	0 bis 100	2	<i>Salmo trutta fario</i>	Dorfbach	650205 / 227316	0 bis 120
3	<i>Salmo trutta fario</i>	Chommlierbach	650533 / 226048	0 bis 100	1	<i>Barbatula barbatula</i>	Dorfbach	650354 / 227479	100 bis 200
5	<i>Barbatula barbatula</i>	Chommlierbach	650533 / 226048	100 bis 200	3	<i>Cottus gobio</i>	Dorfbach	650354 / 227479	100 bis 200
1	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Chommlierbach	650533 / 226048	100 bis 200	1	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Dorfbach	650354 / 227479	100 bis 200
22	<i>Salmo trutta fario</i>	Chommlierbach	650533 / 226048	100 bis 200	13	<i>Salmo trutta fario</i>	Dorfbach	650354 / 227479	100 bis 200
3	<i>Barbatula barbatula</i>	Chommlierbach	650533 / 226048	0 bis 93	3	<i>Barbatula barbatula</i>	Dorfbach	650354 / 227479	0 bis 100
1	<i>Cottus gobio</i>	Chommlierbach	650533 / 226048	0 bis 93	4	<i>Cottus gobio</i>	Dorfbach	650354 / 227479	0 bis 100
5	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Chommlierbach	650533 / 226048	0 bis 93	14	<i>Salmo trutta fario</i>	Dorfbach	650354 / 227479	0 bis 100
3	<i>Salmo trutta fario</i>	Chommlierbach	650533 / 226048	0 bis 93	14	<i>Barbatula barbatula</i>	Dorfbach	650354 / 227479	0 bis 200
22	<i>Barbatula barbatula</i>	Chommlierbach	650925 / 226279	0 bis 140	1	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Dorfbach	650354 / 227479	0 bis 200
3	<i>Cottus gobio</i>	Chommlierbach	650925 / 226279	0 bis 140	20	<i>Salmo trutta fario</i>	Dorfbach	650354 / 227479	0 bis 200
4	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Chommlierbach	650925 / 226279	0 bis 140	18	<i>Salmo trutta fario</i>	Dorfbach	650354 / 227479	0 bis 10
14	<i>Salmo trutta fario</i>	Chommlierbach	650925 / 226279	0 bis 140	19	<i>Salmo trutta fario</i>	Dorfbach	650354 / 227479	0 bis 100
21	<i>Barbatula barbatula</i>	Chommlierbach	650925 / 226279	0 bis 10	18	<i>Salmo trutta fario</i>	Dorfbach	650633 / 227761	0 bis 93
42	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Chommlierbach	650925 / 226279	0 bis 10	7	<i>Salmo trutta fario</i>	Büron Dorfbach	648873 / 228567	0 bis 100
6	<i>Salmo trutta fario</i>	Chommlierbach	650925 / 226279	0 bis 10	14	<i>Salmo trutta fario</i>	Büron Dorfbach	649220 / 228780	0 bis 110
13	<i>Barbatula barbatula</i>	Chommlierbach	650925 / 226279	0 bis 100	0		Db. Triengen	648089 / 231264	0 bis 104
2	<i>Cottus gobio</i>	Chommlierbach	650925 / 226279	0 bis 100	0		Hüttenbach	647384 / 232500	0 bis 10
4	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Chommlierbach	650925 / 226279	0 bis 100	1	<i>Onchorhynchus mykiss</i>	Hüttenbach	647384 / 232500	10 bis 131
1	<i>Salmo trutta fario</i>	Chommlierbach	650925 / 226279	0 bis 100	32	<i>Salmo trutta fario</i>	Hüttenbach	647384 / 232500	10 bis 131
17	<i>Barbatula barbatula</i>	Chommlierbach	650925 / 226279	0 bis 140	16	<i>Salmo trutta fario</i>	Hüttenbach	647384 / 232500	131 bis 231
2	<i>Cottus gobio</i>	Chommlierbach	650925 / 226279	0 bis 140	17	<i>Salmo trutta fario</i>	Bach n.Triengen	647384 / 232500	0 bis 100
3	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Chommlierbach	650925 / 226279	0 bis 140	0		Bach n.Triengen	648133 / 232415	0 bis 10
23	<i>Salmo trutta fario</i>	Chommlierbach	650925 / 226279	0 bis 140	24	<i>Salmo trutta fario</i>	Eiholzbach	648218 / 230253	0 bis 150
21	<i>Barbatula barbatula</i>	Chommlierbach	651304 / 226151	0 bis 88	3	<i>Barbatula barbatula</i>	Eiholzbach	648734 / 230284	0 bis 100
9	<i>Salmo trutta fario</i>	Chommlierbach	651304 / 226151	0 bis 88	1	<i>Salmo trutta fario</i>	Eiholzbach	648734 / 230284	0 bis 100
1	<i>Barbatula barbatula</i>	Chommlierbach	651304 / 226151	0 bis 100	12	<i>Barbatula barbatula</i>	Eiholzbach	648734 / 230284	0 bis 80
16	<i>Salmo trutta fario</i>	Chommlierbach	651304 / 226151	0 bis 100	1	<i>Salmo trutta fario</i>	Eiholzbach	648734 / 230284	0 bis 80
11	<i>Salmo trutta fario</i>	Chommlierbach	651916 / 225856	0 bis 100	25	<i>Salmo trutta fario</i>	Gründelbach	646748 / 234228	0 bis 100
11	<i>Salmo trutta fario</i>	Chommlierbach	651916 / 225856	0 bis 100	21	<i>Salmo trutta fario</i>	Gründelbach	646748 / 234228	100 bis 200
7	<i>Salmo trutta fario</i>	Chommlierbach	652923 / 225675	0 bis 100	34	<i>Salmo trutta fario</i>	Gründelbach	647249 / 234155	0 bis 110
1	<i>Gobio gobio</i>	Hofbach	650926 / 223564	0 bis 170	27	<i>Barbatula barbatula</i>	Schlehrütibach	648960 / 228470	0 bis 106
1	<i>Leuciscus cephalus</i>	Hofbach	650926 / 223564	0 bis 170	34	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Schlehrütibach	648960 / 228470	0 bis 106
2	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Hofbach	650926 / 223564	0 bis 170	6	<i>Salmo trutta fario</i>	Schlehrütibach	648960 / 228470	0 bis 106

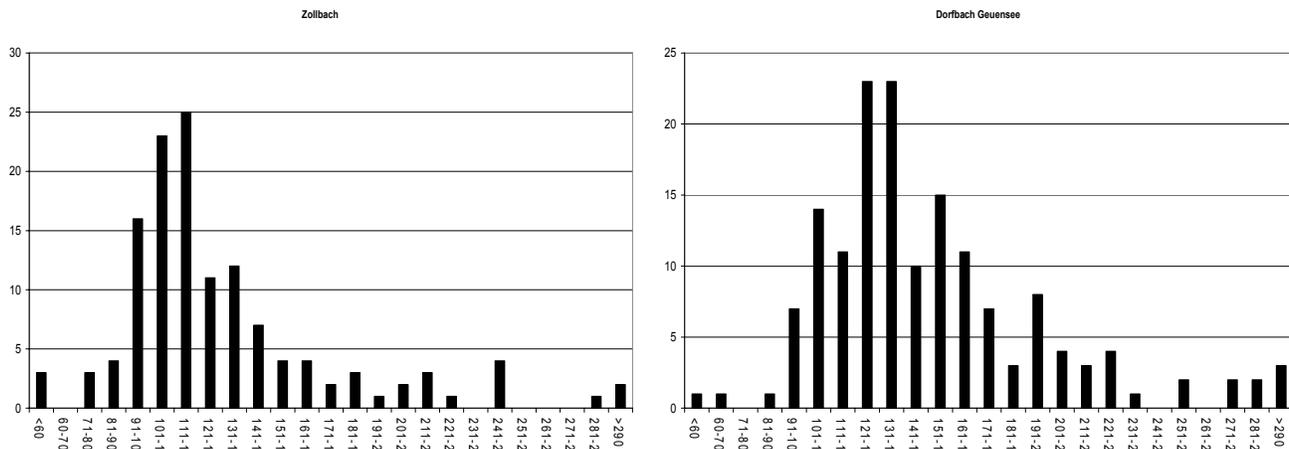
2	<i>Perca fluviatilis</i>	Hofbach	650926 / 223564	0 bis 170	29	<i>Barbatula barbatula</i>	Schlehrütibach	648960 / 228470	106 bis 242
57	<i>Salmo trutta fario</i>	Hofbach	650926 / 223564	0 bis 170	15	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Schlehrütibach	648960 / 228470	106 bis 242
72	<i>Salmo trutta fario</i>	Hofbach	650813 / 223521	0 bis 100	3	<i>Salmo trutta fario</i>	Schlehrütibach	648960 / 228470	106 bis 242

77	<i>Salmo trutta fario</i>	Hofbach	650688 / 223156	0 bis 120	28	<i>Barbatula barbatula</i>	Schlehrütibach	648960 / 228470	242 bis 390
44	<i>Salmo trutta fario</i>	Hofbach	650999 / 222553	0 bis 100	71	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Schlehrütibach	648960 / 228470	242 bis 390
42	<i>Salmo trutta fario</i>	Hofbach	651009 / 221970	0 bis 164	4	<i>Salmo trutta fario</i>	Schlehrütibach	648960 / 228470	242 bis 390
14	<i>Cottus gobio</i>	Zollbach	649413 / 227416	0 bis 130	0		Schlehrütibach	649668 / 228309	0 bis 350
1	<i>Perca fluviatilis</i>	Zollbach	649413 / 227416	0 bis 130	19	<i>Barbatula barbatula</i>	Tannenhofbach	648357 / 229894	0 bis 100
16	<i>Salmo trutta fario</i>	Zollbach	649413 / 227416	0 bis 130	1	<i>Gobio gobio</i>	Tannenhofbach	648357 / 229894	0 bis 100
9	<i>Cottus gobio</i>	Zollbach	649413 / 227416	130 bis 241	5	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Tannenhofbach	648357 / 229894	0 bis 100
18	<i>Salmo trutta fario</i>	Zollbach	649413 / 227416	130 bis 241	1	<i>Salmo trutta fario</i>	Tannenhofbach	648357 / 229894	0 bis 100
3	<i>Cottus gobio</i>	Zollbach	650755 / 226700	0 bis 100	24	<i>Barbatula barbatula</i>	Tannenhofbach	648357 / 229894	100 bis 200
5	<i>Salmo trutta fario</i>	Zollbach	650755 / 226700	0 bis 100	1	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Tannenhofbach	648357 / 229894	100 bis 200
14	<i>Salmo trutta fario</i>	Zollbach	650755 / 226700	0 bis 105	2	<i>Salmo trutta fario</i>	Tannenhofbach	648357 / 229894	100 bis 200
22	<i>Salmo trutta fario</i>	Zollbach	651520 / 226934	0 bis 100	11	<i>Barbatula barbatula</i>	Tannenhofbach	648945 / 229825	0 bis 100
54	<i>Salmo trutta fario</i>	Zollbach	651520 / 226934	0 bis 130	6	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Tannenhofbach	648945 / 229825	0 bis 100
4	<i>Barbatula barbatula</i>	Gerenbach	646860 / 233510	0 - 120	5	<i>Salmo trutta fario</i>	Tannenhofbach	648945 / 229825	0 bis 100
2	<i>Perca fluviatilis</i>	Gerenbach	646860 / 233510	0 - 120	0		Db. Kirchleerau	645928 / 237156	0 - 108
4	<i>Rutilus rutilus</i>	Gerenbach	646860 / 233510	0 - 120	0		Db. Kirchleerau	646744 / 236942	0 - 100
10	<i>Salmo trutta fario</i>	Gerenbach	646860 / 233510	0 - 120	0		Db. Kirchleerau	646744 / 236942	100 - 210
4	<i>Tinca tinca</i>	Gerenbach	646860 / 233510	0 - 120	3	<i>Salmo trutta fario</i>	Db. Kirchleerau	646744 / 236942	210 - 310
21	<i>Salmo trutta fario</i>	Talbach	646353 / 241364	0 - 90	8	<i>Salmo trutta fario</i>	Db. Kirchleerau	646744 / 236942	310 - 410
40	<i>Salmo trutta fario</i>	Talbach	646464 / 241307	0 - 110	22	<i>Salmo trutta fario</i>	Db. Kirchleerau	646744 / 236942	0 - 10
37	<i>Salmo trutta fario</i>	Talbach	646464 / 241307	110 - 210	16	<i>Salmo trutta fario</i>	Db. Kirchleerau	646744 / 236942	0 - 140
51	<i>Salmo trutta fario</i>	Talbach	646464 / 241307	210 - 315					

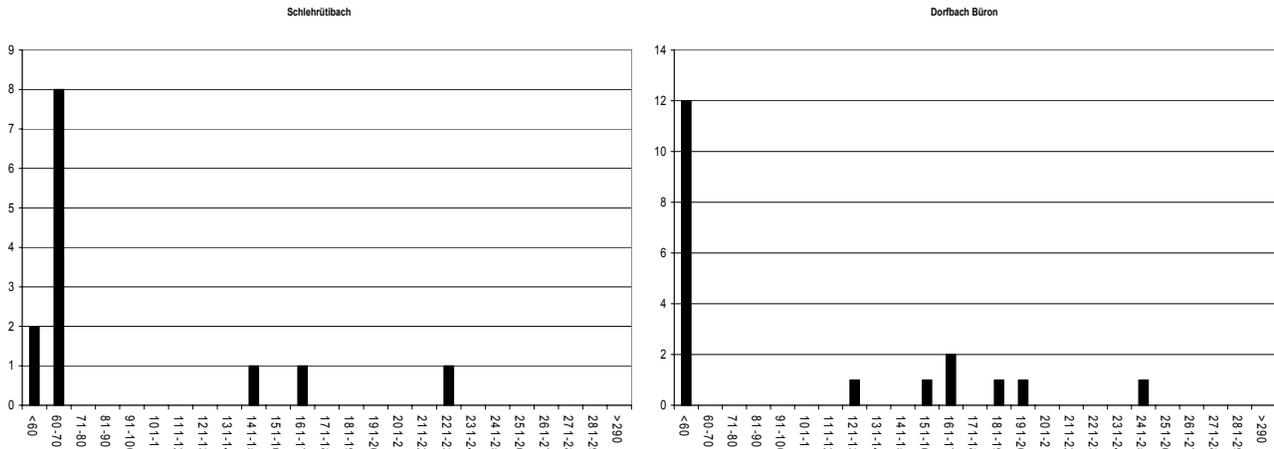
Grössenverteilung Forellen – Hofbach (links), Chommlibach (rechts) (x-Achse=Grössenklasse; y-Achse=Anzahl)



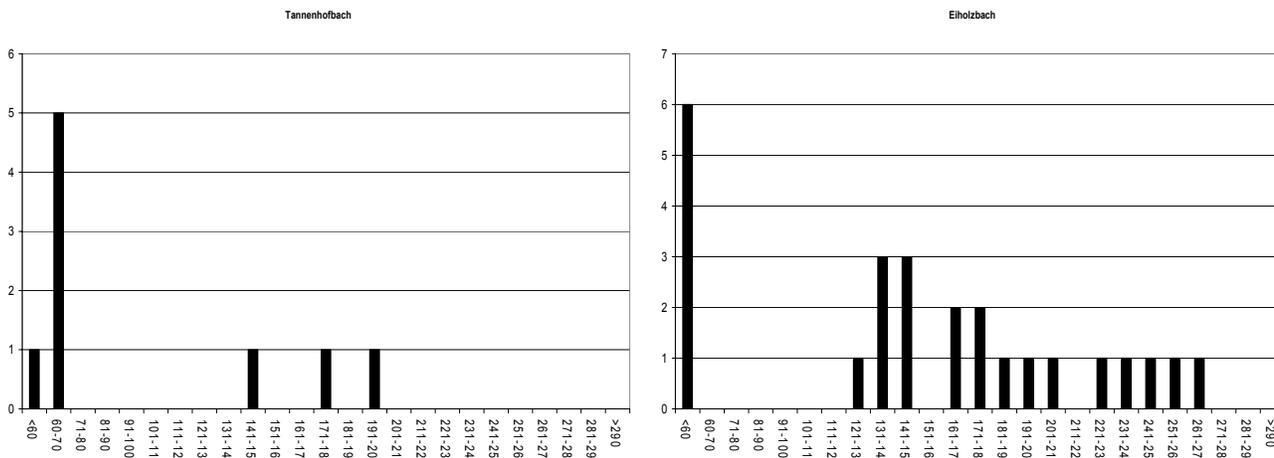
Grössenverteilung Forellen – Zollbach (links), Dorfbach Geuensee (rechts)



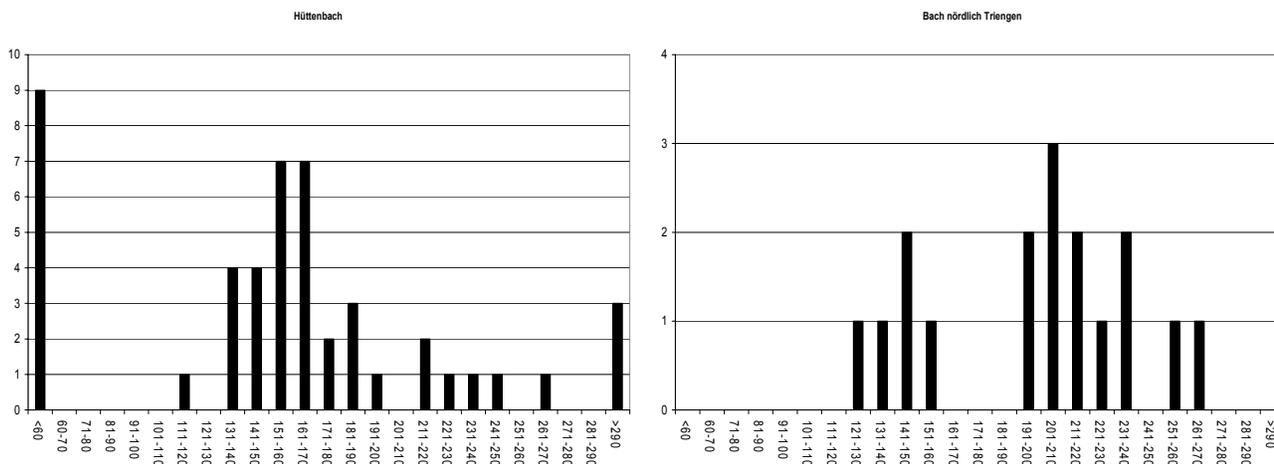
Grössenverteilung Forellen – Schlehrütibach (links), Dorfbach Büron (rechts)



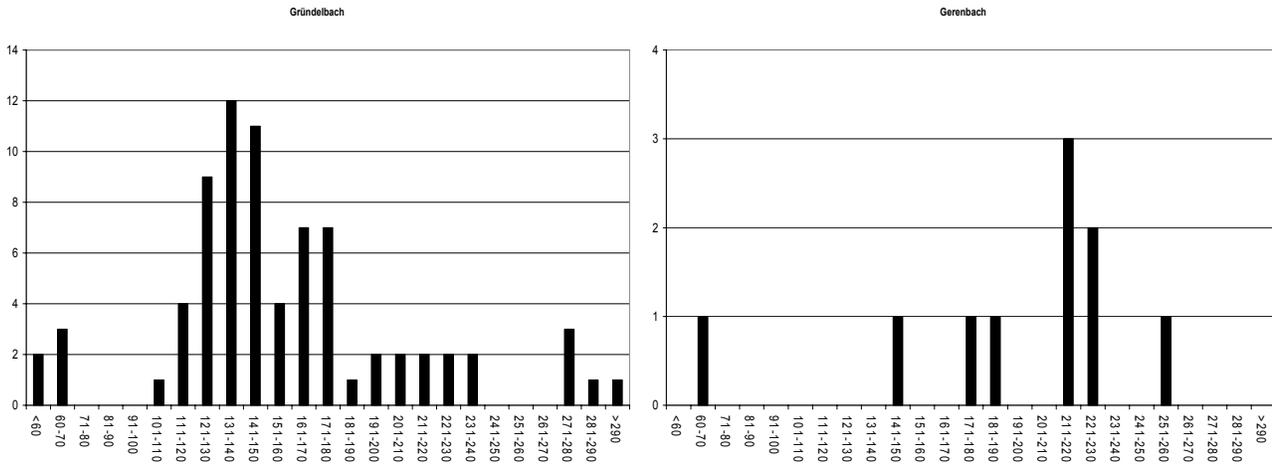
Grössenverteilung Forellen – Tannehofbach (links), Eiholzbach (rechts)



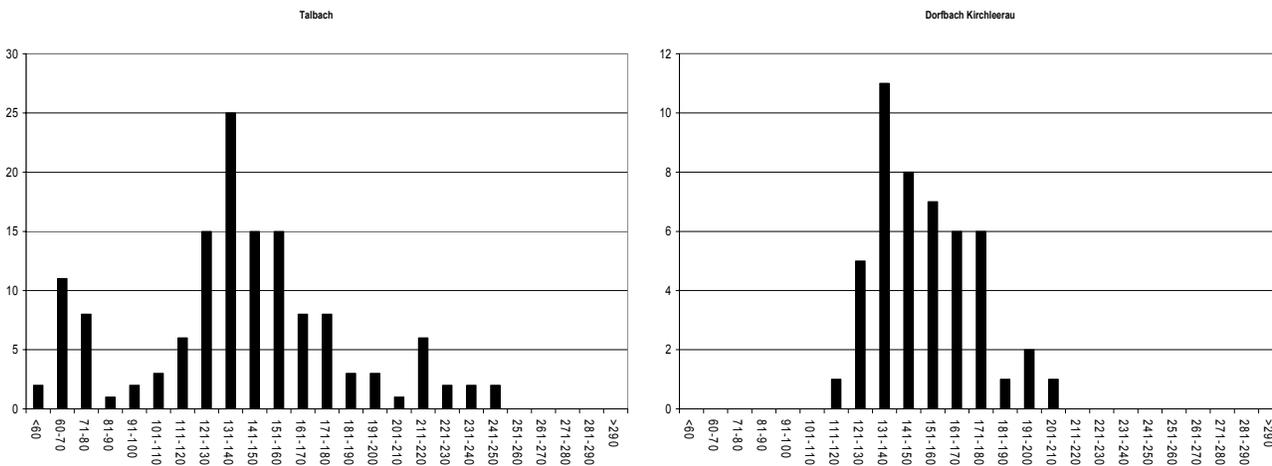
Grössenverteilung Forellen – Hüttenbach (links), Bach nördlich Triengen (rechts)



Grössenverteilung Forellen – Gründelbach (links), Gerenbach (rechts)



Grössenverteilung Forellen – Talbach (links), Dorfbach Kirchleerau (rechts)



Bachforellen im Rotbach – Daten der Befischungen vom 10.8 und 18.8.

