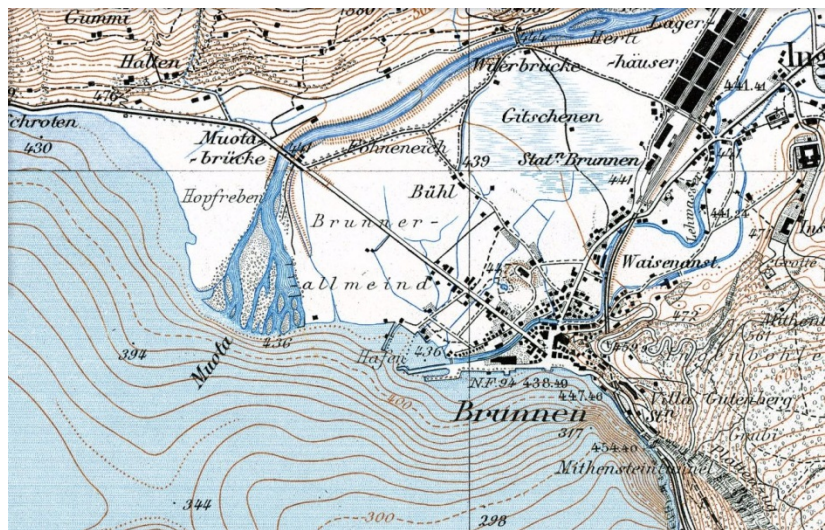


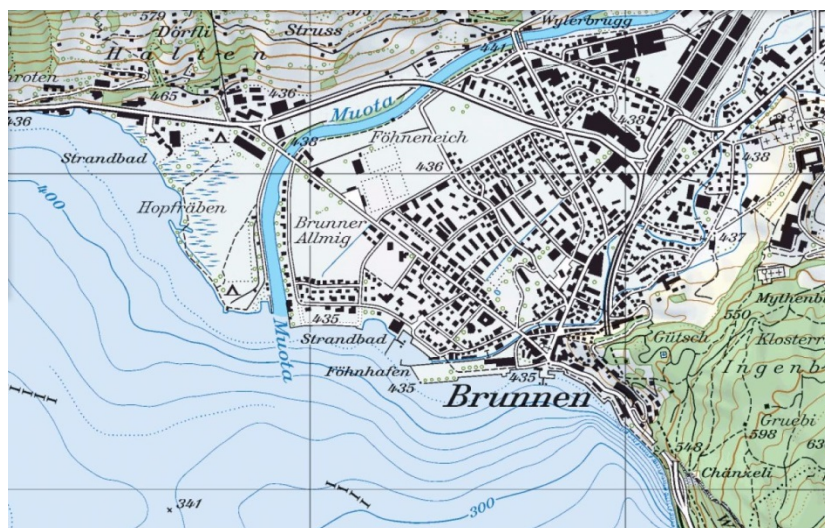
Bericht Fischökologie

Kiesgewinnung und Lebensraumaufwertung im Unterlauf und im Mündungsbereich der Muota



Muotamündung 1910

© swisstopo



Muotamündung 2010

© swisstopo

Inhaltsverzeichnis

Ausgangslage und Auftrag	1
Konzeptperimeter	2
Allgemeine fischökologische Bedeutung von Flussmündungen	3
Sensible Fischarten im Mündungsbereich	4
Seeforelle	4
Seesaibling	6
Äsche	9
Bachneunauge.....	11
Konzeptionelle Überlegungen für eine fischökologisch unbedenkliche Kiesentnahme	12
Allgemeine Auswirkung der Kiesentnahme	12
Optimiertes Entnahmeregime im Interesse der sensiblen Fischarten	12
Konzeptionelle Überlegungen zu einem angepassten Regime für die Kiesentnahme	13
Zeitfenster für eine fischökologisch unbedenkliche Kiesentnahme.....	13
Positive Aspekte einer Kiesentnahme	14
Konzeptionelle Überlegungen zur Verbesserung der Lebensraumsituation für die sensiblen Fischarten im Unterlauf der Muota	15
Allgemeine Grundsätze	15
Massnahmen zur Erhaltung der Seeforelle und Äsche	15
Massnahmen zur Förderung von uferlaichenden Fischarten wie Hecht und Karpfenartige	16
Massnahmen zur Förderung des Bachneunauges	17
Priorisierung	17
1. Fischökologisch unbedenkliche Kiesentnahme	17
2. Lebensraumaufwertung für Seeforelle und Äsche	17
3. Massnahmen zur Förderung von uferlaichenden Fischarten wie Hecht und Karpfenartige	18
4. Massnahmen zur Förderung des Bachneunauges	18

Ausgangslage und Auftrag

Im Mündungsbereich aller grösseren Zuflüsse des Vierwaldstättersees - und so auch an der Muotamündung - wird seit Jahrzehnten Kies ausgebeutet. Neben der Rohstoffgewinnung für die Bauwirtschaft sind punktuelle Kiesentnahmen auch aus Gründen des Hochwasserschutzes erforderlich. Die Entnahmen zur Gewährleistung des Hochwasserschutzes werden in Zukunft an Bedeutung zunehmen. Durch die gesetzlich geforderten Massnahmen zur Verbesserung des Geschiebehauhalts und der Geschiebedurchgängigkeit (Art 43a GSchG), sind vermehrt Auflandungen im Unterlauf der Muota zu erwarten.

Im Zusammenhang mit der Neukonzessionierung der Wasserkraftnutzung an der Muota, sind gestützt auf das revidierte Gewässerschutzgesetz, gewässerökologische Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen zu realisieren. Unabhängig davon, sind die Kantone durch die Bestimmungen des revidierten Gewässerschutzgesetzes verpflichtet, Gewässer zu revitalisieren, die freie Fischwanderung zu gewährleisten und die Schwall-Sunk Problematik zu sanieren.

Der vorliegende Bericht soll aufzeigen, wie die Kiesentnahmen und gewässerökologische Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen mit fischökologischen Anliegen in Einklang zu bringen sind.

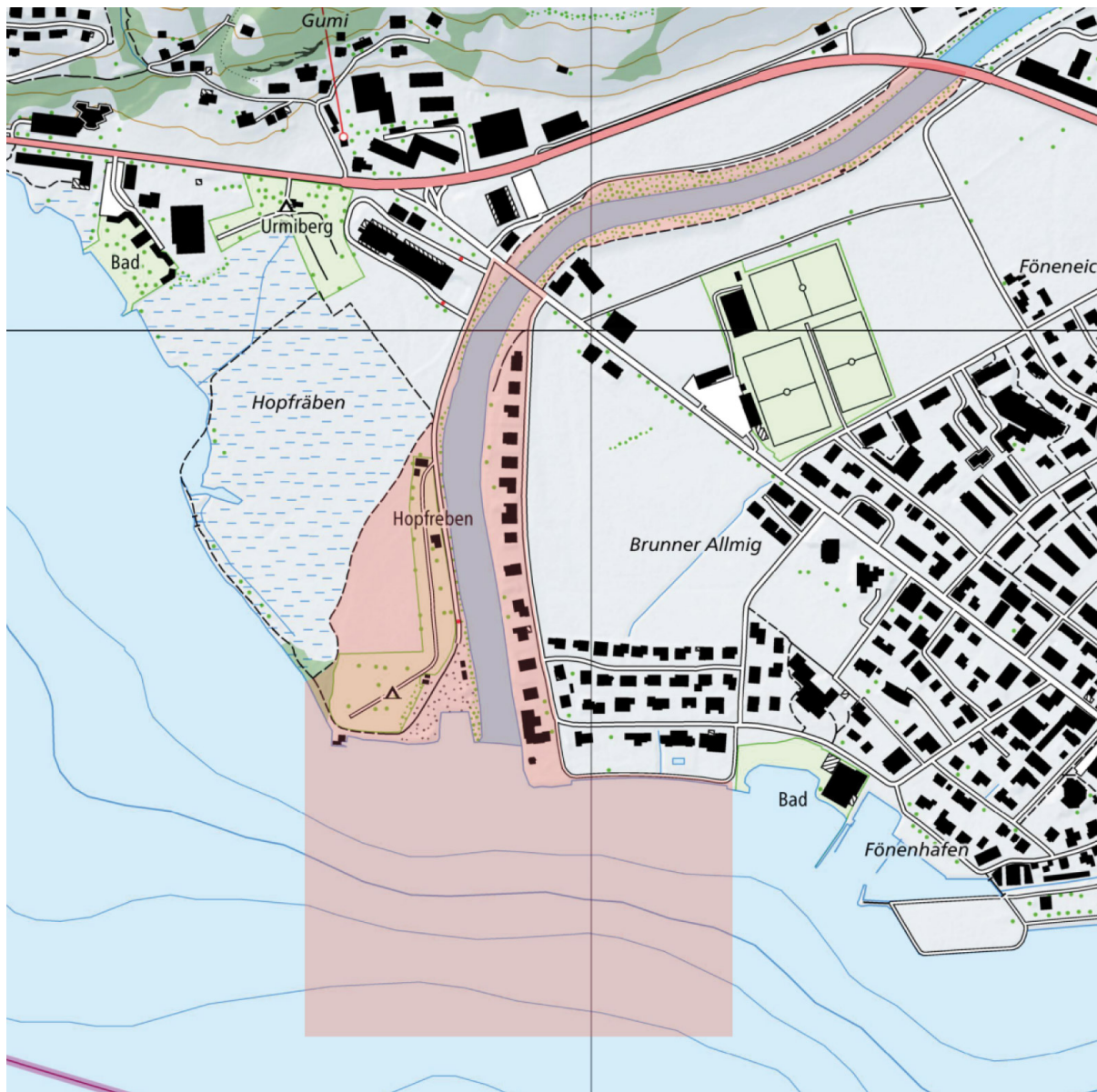
Folgende Aspekte werden im vorliegenden Bericht bearbeitet:

- 1. Die ökologische Funktion von Flussmündungen wird generell dargestellt.**
- 2. Die Biologie der hauptsächlich betroffenen Fischarten im Konzeptperimeter wird beschrieben.**
- 3. Die Auswirkungen der Kiesentnahme auf diese Fischarten werden beurteilt.**
- 4. Generelle Vorschläge für eine fischereiökologisch unbedenkliche Kiesentnahme werden formuliert.**
- 5. Mögliche Massnahmen zur Erhaltung- und Aufwertung der Lebensräume der betroffenen Fischarten werden konzeptionell aufgezeigt.**
- 6. Eine Priorisierung der zutreffenden Massnahmen wird vorgenommen.**

Der Bericht stützt sich auf zahlreich vorhandene Grundlagen und Berichte, sowie auf das Erfahrungswissen verschiedener, in die Thematik involvierter Akteure. Die vorgesehene Bearbeitungstiefe erfordert keine zusätzlichen Untersuchungen oder Feldversuche. Der Bericht steht im Kontext mit bereits erfolgten Untersuchungen, Berichten und Planungen und versucht diese, mit dem Fokus auf die Fischökologie, summarisch in einer Synthese zu integrieren. Er dient dem ANJF und allen weiteren Akteuren als Grundlage zur Wertung und Gewichtung der fischökologischen Defizite im Konzeptperimeter und als Masterplan zur Umsetzung von Massnahmen um diese Defizite zu beheben.

Für den vorliegenden Bericht beauftragte das ANJF des Kantons Schwyz das Büro *wildfisch*, Fischerei- und Jagdberatung, 6353 Weggis. Der Inhaber der Einzelfirma *wildfisch* ist Josef Muggli. Bis zu seiner Pensionierung war Josef Muggli, Fischerei- und Jagdverwalter des Kantons Luzern und Geschäftsführer der Fischereikommission Vierwaldstättersee.

Konzeptperimeter



Der Konzeptperimeter orientiert sich am Sanierungsperimeter EBS: von der Brücke Luzernerstrasse bis zur Mündung und im vorgelagerten Seegebiet.

Allgemeine fischökologische Bedeutung von Flussmündungen

Mündungsbereiche von Flüssen sind immer Hotspots der Biodiversität. Durch das Zusammentreffen und Ineinanderfliessen von zwei unterschiedlichen aquatischen Lebensräumen, entsteht auf engstem Raum eine grosse Vielfalt von Habitaten für verschiedenste, wassergebundene Lebewesen. Es erstaunt daher nicht, dass Flussdeltas auch für teilweise hochspezialisierte Fischarten eine besondere Bedeutung haben. Flussmündungen zeichnen sich durch unterschiedliche Strömungsverhältnisse und durch markante Temperaturgradienten auf engstem Raum aus. Eine grosse Tiefenvarianz der Gerinne und eine unterschiedliche Körnung ihres Sohlensubstrats sind für die Fließgewässer im Mündungsbereich charakteristisch. Der Seegrund ausserhalb des Mündungsbereichs setzt sich bis in grosse Tiefen aus abgelagertem Geschiebe unterschiedlicher Mächtigkeit und Körnung zusammen. In natürlichen, oder wenig beeinflussten Flussdeltas entsteht ein kleinräumiges Mosaik von unterschiedlichsten Lebensraumverhältnissen. Durch die Dynamik des Geschiebetriebes verändert sich dieses Lebensraummosaik fortwährend. Damit wird gewährleistet, dass verschiedene, an diese Lebensraumverhältnisse angepasste Fischarten jene Habitats finden, auf die sie im Verlauf ihres Lebenszyklus angewiesen sind. So findet, als Beispiel, die Seeforelle in tieferen Rinnen des Talweges, stimuliert durch die Lockströmung, ihren Wanderkorridor zu den Laichplätzen im Oberlauf und der Seesaibling optimale Fortpflanzungsmöglichkeiten an den kiesigen Halden des fortwährend in die Tiefe nachrutschenden Geschiebes ausserhalb der Mündung. Die Äsche wiederum ist für eine erfolgreiche Fortpflanzung auf Kiesbänke des Unterlaufes angewiesen und das Bachneunauge findet in den Grundwasserbächen der Deltarandzonen optimale Habitats. Es erstaunt nicht, dass alle erwähnten Fischarten aktuell einen Gefährdungsstatus haben (Anhang 1 zur Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei).

Ursprüngliche Flussdeltas sind heute ausgesprochene Mangelbiotope. Die tiefgreifenden Veränderungen dieser Hotspots der Biodiversität lassen sich mit Hilfe historischer Karten dokumentieren (Anhang 1). Die auf der Zeitachse laufend fortschreitende Inanspruchnahme des Deltabereiches durch verschiedenste Nutzungen ist exemplarisch für viele Flussmündungen in der Schweiz. Die Kartenausschnitte 1 bis 8 im Anhang 1, zeigen eindrücklich, wie sich das Muotadelta im Verlauf der letzten 100 Jahre verändert hat (www.swisstopo.ch). Diese Veränderungen sind grösstenteils irreversibel und die Deltasituation von vor 1950 ist daher als Referenzzustand untauglich. Die ehemalige Deltamorphologie zeigt aber in welche Richtung Lebensraumverbesserungen konzeptionell zu entwickeln sind. Dabei geht es darum aufzuzeigen, wie die heutige Nutzung im Grundsatz gewährleistet bleibt und dabei gleichzeitig die Lebensraumansprüche der sensiblen Fischarten im Deltabereich berücksichtigt und verbessert werden.

Sensible Fischarten im Mündungsbereich

Wie zu erwarten ist, sind alle sensiblen Fischarten Kieslaicher, die durch den Verlust natürlicher Deltas und durch die Kiesgewinnung besonders betroffen sind. Um die Auswirkungen, und vor allem um die zu treffenden Massnahmen beurteilen zu können, ist es erforderlich, die Biologie und die spezifischen Lebensraumsprüche jeder dieser Arten genau zu kennen. Dabei ist dem ganzen Lebenszyklus der einzelnen Arten besondere Aufmerksamkeit zu schenken, gibt es doch im Verlauf der verschiedenen Alsterstadien unterschiedlich Lebensraumpräferenzen.

Als sensible Arten werden hier die *Seeforelle*, der *Seesaibling*, die *Äsche* und das *Bachneunauge* vertiefter betrachtet.

Seeforelle *Salmo trutta lacustris*

Schutzstatus: stark gefährdet gemäss Anhang 1 VBG

Die adulten Seeforellen leben vier bis fünf Jahre im See. Zur Fortpflanzung folgen sie ihrem genetischen Bauplan und steigen von Mitte September bis Mitte Dezember in die Seezuflüsse auf um dort zu laichen. Dabei suchen sie Stellen mit kiesigem Sohlensubstrat und einer mittleren Fließgeschwindigkeit auf. Mit ihrer kräftigen Schwanzflosse werden sogenannte Laichgruben ausgehoben und die Eier im Kiesbett deponiert. Nach dem kräftezehrenden Fortpflanzungsakt kehren sie wieder in den See zurück. Geschützt vor Fressfeinden entwickeln sich in der Zwischenzeit die Eier im Kiesbett. Die Dauer der Embryonalentwicklung ist abhängig von der Wassertemperatur. Die Wassertemperatur in der Muota beträgt zwischen Dezember und April im langjährigen Durchschnitt um 4 °C (Abt. Hydrologie, BAFU, 15.09.2016). Es dauert also 100 bis 120 Tage bis die Forellen aus der Eihülle schlüpfen und sich anschliessend in den ersten Lebensphasen von ihrem Dottersack ernähren. Erst wenn der Dottersack zu zwei Dritteln aufgezehrt ist, wird das schützende Kiesbett verlassen. Die nun bald schwimm- und fressfähigen Fischchen suchen jetzt strömungsarme, seichte Stellen auf um kleinste Nahrungsorganismen zu erbeuten. Die Fortpflanzungsbiologie der Seeforelle macht deutlich, dass diese Art besonders im Winterhalbjahr gegenüber mechanischen Störungen wie Extremhochwasser, Schwall-Sunk-Betrieb der Wasserkraftnutzung oder durch weitere technische Eingriffe, wie z. B. Kiesentnahmen, besonders verletzlich ist.

Die Jungfische verbringen ihre ersten 2 Lebensjahre im Fließgewässer um dann in den Vierwaldstättersee abzuwandern. Hier zeigen sie eine Präferenz zur räuberischen Lebensweise die sich in einem beschleunigten Wachstum manifestiert. Mit dem Erreichen der Fortpflanzungsfähigkeit, im Alter zwischen vier und sechs Jahren, steigen sie zur Reproduktion erstmals wieder in ihr Geburtsgewässer auf und der Lebenszyklus schliesst sich. Adulte Seeforellen können mehrmals am jährlichen Fortpflanzungsgeschehen teilnehmen.



Muota-Seeforelle, vor der Mündung für die Laichgewinnung gefangen.

Foto: Kuno von Wattenwyl

Aus Markierungsversuchen weiss man, dass die Seeforellen zur Fortpflanzung immer wieder in das Gewässer ihrer eigenen Herkunft zurückkehren. Dieses Verhalten ist evolutionsbiologisch von Bedeutung. Durch die Methode der genetischen Artbestimmung kann man heute nachweisen, dass der Seeforellenbestand im Vierwaldstättersee aus genetisch verschiedenen Teilpopulationen besteht. Es gibt also „Reuss- Seeforellen“, „Engelbergeraa- Seeforellen“ und eben auch „Muota- Seeforellen“. Diese genetisch differenzierten „Seeforellenarten“ sind also das Ergebnis komplexer Anpassungsprozesse an den jeweils spezifischen Lebensraum. Der Verlust einer solchen, an die spezifischen Lebensraumverhältnisse angepassten Art, bedeutet einen unwiederbringlichen Verlust des genetischen Potenzials. Die „Muota-Seeforelle“ ist sehr selten geworden, und als genetisch differenzierter Ökotyp vom Aussterben bedroht. Ein Artenschutzkonzept ist unabdingbar. Diesbezüglich liegen konzeptionelle Überlegungen und konkrete Massnahmenvorschläge des ANJF vor, müssen aber dringend umgesetzt werden, wenn die „Muota-Seeforelle“, als standortangepasste Teilpopulation des Seeforellenbestandes im Vierwaldstättersee, eine Überlebenschance haben soll. Eine vitale Population kann sich aber nur dann wieder entwickeln, wenn die Lebensraumverhältnisse, dem Anspruchsprofil dieser faszinierenden und fischereiwirtschaftlich wichtigen Fischart entsprechend, verbessert werden. Diesbezügliche Massnahmen im Konzeptperimeter werden im vorliegenden Bericht später konzeptionell aufgezeigt und diskutiert.

Die grundsätzliche Überlebensproblematik der Muota-Seeforelle wurde in verschiedenen Publikationen vertieft behandelt:

- Winter Claudine: „Das Schicksal der Muota Seeforelle“ in „Fische kennen keine Grenzen“, Herausgeberin Fischereikommission Vierwaldstättersee, 2015
- Kirchhofer Arthur und Breitenstein Martina: „Masterplan zur Förderung der Seeforelle im Einzugsgebiet des Vierwaldstättersees“ Bericht im Auftrag der Fischereikommission Vierwaldstättersee 2013
- ANJF: „Massnahmenkonzept zum Schutz der Muota-Seeforelle“ 2011
- Aquaplus: „Fortpflanzungserfolg der Seeforelle in der Muota; Empfehlungen für ein angepasstes Abflussregime“ Auftrag der damaligen Dienststelle Fischerei und Jagd , 2008

Seesaibling *Salvelius umbla* / früher *Salvelinus alpinus salvelinus* L.

Schutzstatus: gefährdet nach Anhang 1 VBGF

Im Gegensatz zur Seeforelle, die zur Entwicklung von überlebensfähigen und nutzbaren Beständen auf die beiden Teillebensräume „See“ und „Zuflüsse“ angewiesen ist, vollzieht sich der ganze Lebenszyklus des Seesaiblings ausschliesslich im See. Als „Rötel“ wird der Seesaibling umgangssprachlich bezeichnet, weil er zur Fortpflanzungszeit eine auffällige rote Laichfärbung an der Körperunterseite zeigt.

Über die Biologie des Seesaiblings im Vierwaldstättersee gibt es keine aktuellen Untersuchungen und nur sehr wenige allgemeinzugängliche Angaben. Umso wichtiger ist deshalb das Erfahrungswissen der Berufsfischer und Fischereiaufseher. Für die Beurteilung der Auswirkungen der Kiesgewinnung auf den Seesaibling kann aber auf eine Dissertation über den Seesaibling des Zugersees zurückgegriffen werden (Ruhlè Christian: „Die Bewirtschaftung des Seesaiblings (*Salvelinus alpinus salvelinus* L.) im Zugersee“ Diss. ETH 5809, 1976).

Wie die verschiedenen Forellen- und Felchenarten hat auch der Seesaibling seinen Ursprung im Meer. Nach der Eiszeit blieb er in tiefen, kalten Seen des Alpenrandes zurück und entwickelte hier unterschiedliche seespezifische Lokalformen. Selbst im gleichen See können unterschiedliche Wachstumstypen beobachtet werden. So auch im Vierwaldstättersee (Abb. 1 und 2). Mit der Methode der genetischen Artbestimmung wird in Zukunft, hinsichtlich der systematischen Stellung der unterschiedlichen Wachstumstypen, grössere Klarheit geschaffen. So wurde im Rahmen des „Projet Lac“ der EAWAG im Bodensee, der als ausgestorben erklärte Tiefseesaibling *Salvelinus profundalis* wieder entdeckt (eawag aquatic research; 6. Sept 2016, www.eawag.ch).

In der klassischen Fischkunde wird generalisiert zwischen dem Saibling und dem kleinwüchsigen „Tiefseesaibling“ unterschieden (Steinmann Paul: „Fische der Schweiz“ 1936; Schindler Otto: „Unsere Süsswasserfische“ 1963).



Seesaibling, Vierwaldstättersee, 12. Juli 2005, Fangort: 672'600/208'700 vor Zinnen, Hertenstein, Gemeinde Weggis
Foto: J. Muggli



Kleinwüchsiger „Tiefseesaibling“, Vierwaldstättersee, 22. September 2016, Fangort : 673'300/208'500
Foto: J. Muggli

Für die die Fragestellung des vorliegenden Berichtes ist das Fortpflanzungsverhalten des Seesaiblings näher zu betrachten. Die Mehrheit der Seesaiblinge laicht im Vierwaldstättersee in einer Tiefe zwischen 30 bis 60 Metern. Bei der Auswahl der Laichplatztiefe zeigen die Seesaiblinge eine grosse Toleranz. Abweichungen von der bevorzugten und am häufigsten beobachteten Laichtiefe, in beide Richtungen, werden gelegentlich festgestellt. Diese grosse Tiefenvarianz in der Auswahl der Laichplätze könnte eine Folge genetisch differenzierter Präferenzen unterschiedlicher Saiblingsformen, Unterarten, oder Arten sein. Möglicherweise ist sie aber auch einfach eine Reaktion auf das Vorhandensein geeigneter Laichgründe in den jeweiligen Tiefen. Aus Untersuchungen der Laichplätze der Seesaiblinge des Zugersees weiss man, dass diese Fischart ganz spezifische Anforderungen an die Laichgründe haben. Seesaiblinge bevorzugen zur Eiablage eindeutig kiesige Stellen. Dabei wird grober Kies favorisiert. Feiner Kies, Faustgrosse Gerölle und im Sand eingebettete Steine werden ebenfalls, aber mit abnehmender Präferenz, als Laichplatz ausgesucht. Solche Laichhabitate gibt es natürlicherweise im Bereich unbeeinflusster Flussdeltas. Das im See abgelagerte Geschiebe verfrachtet sich durch Rutschungen periodisch in die Tiefenzonen des Sees. Dabei werden fortwährend frische Kieswände mit der von Saiblingsen bevorzugten Körnung freigelegt. Dass die Laichplätze ohne kontinuierliche „Nachlieferung“ von Kies „Altern“ und an Attraktivität verlieren, wussten die Fischer am Zugersee seit Generationen. Deshalb wurden die vor Bachmündungen liegenden, seit jeher bekannten Laichplätze,

periodisch bekiest. Der Kies wird jeweils auf einem Lastschiffe zugeführt und über den Laichplätzen verteilt. Ohne diese Zufuhr von frischem Kies werden die Laichgründe durch die Sedimentation organischer und anorganischer Partikel in ihrer Attraktivität als Stimuli für die Laichablage geschmälert. Frisches Kiessubstrat ist zudem lebenswichtig, weil die Feinsedimente den Austausch von sauerstoffreichem Wasser mit den Eiern verhindert, die auch von den Saiblingen in kleinen Laichgruben deponiert werden. Als Larven verlassen die Saiblinge die Eihülle nach rund 70 Tagen und leben in der nachembryonalen Entwicklungsphase ca. 3 Wochen vom Dottersack bis sie voll schwimm- und fressfähige Jungfische sind. Am Genfersee wurde festgestellt, dass 60 % der gefangenen Seesaiblinge auf künstlich gezüchtete und eingesetzte Besatzfische zurückgehen. Die ungenügende natürliche Bestandesbildung wird mit dem Fehlen der ursprünglichen Kieshalden im Bereich von Flussmündungen erklärt (Corinne Schmid; Dr. Bänz Lundgaard-Hansen FIBER, 2016).

Durch die Kiesgewinnung im Bereich der Flussdeltas gibt es die ursprünglich natürlichen, unterseeischen Hangrutschungen, und damit verbunden die Freilegung frischer, „sauberer“ Sedimente in der bevorzugten Körnung, nicht mehr. Vergleichbare Laichhabitats können aber durch die Wirkung der Bagger bei der Kiesausbeutung entstehen. Im Kapitel über den fischökologisch unbedenklichen Kiesabbau wird diskutiert, wie weit durch ein zeitlich und örtlich angepasstes Abbauregime, die Fortpflanzungsbiologie des Seesaiblings zu berücksichtigen ist.

Der Vollständigkeit halber ist darauf hinzuweisen, dass am Vierwaldstättersee Laichplätze der Seesaiblinge nicht ausschliesslich ausserhalb von Fluss- und Bachmündungen vorhanden sind. Einzelne Laichgründe sind auch im Bereich unterseeischer Erhebungen und in der Fortsetzung von Landzungen bekannt. Es ist zu vermuten, dass dort kleinräumige, aber starke Strömungen Feinsedimente periodisch verfrachten und damit geeignetes Laichsubstrat freilegen.

Der Seesaibling des Vierwaldstättersees ist auch aus der Sicht der Fischereiwirtschaft von erheblicher Bedeutung.

Äsche *Thymallus thymallus*

Schutzstatus: gefährdet nach Anhang 1 VBGF und europäisch geschützt nach Berner Konvention

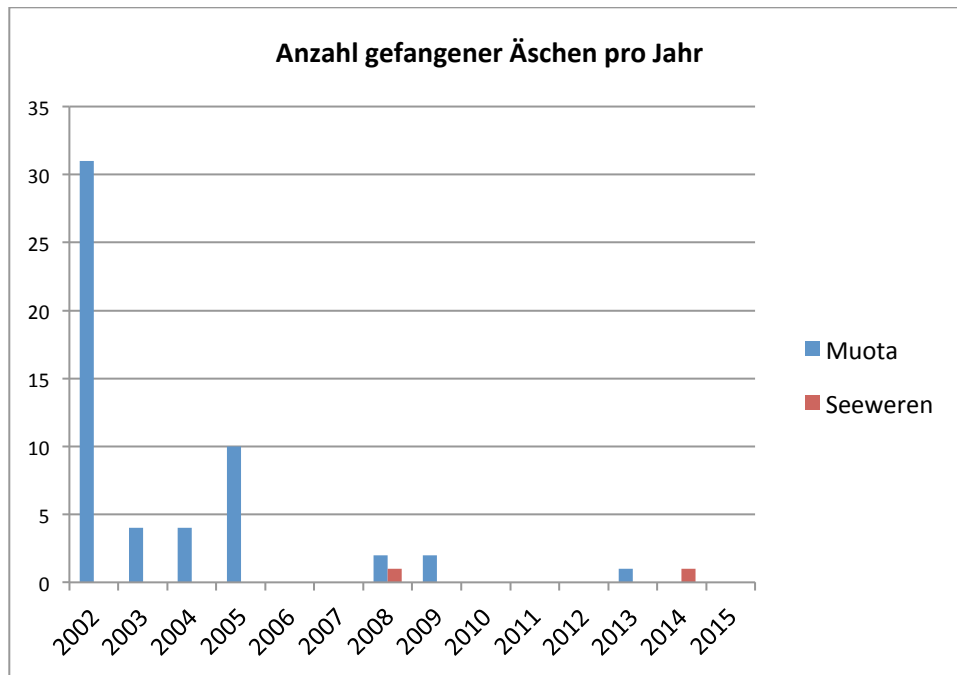
Auf Grund der artspezifischen Lebensraumsprüche der Äsche besteht kein Zweifel, dass in der Muota und vor allem im ursprünglichen Muotadelta, also bis in die Zeit um 1920, die Äsche in einer selbsterhaltenden Population vorhanden war. Die Äsche ist eine Bewohnerin mittelgrosser Flüsse, mit moderater, aber zügiger Fliessgeschwindigkeit und naturnahen Ufern. Diese bieten den frischgeschlüpften Larven in kleinräumigen Strömungsschatten Rückzugsgebiete und Zugang zu verdrifteten Nahrungsorganismen. Die Abflussdynamik klassischer Äschengewässer gewährleistet die periodische Verfrachtung des Sohlensubstrates aus grobem Kies und kleinen Geröllen und haben reich strukturierte Ufer. Für Gewässer mit dieser Charakteristik ist die Äsche der Leitfisch und bei der Gewässerzonierung bezeichnet man solche Flussabschnitte deshalb als „Äschenregion“.

Die Muota ist heute, beeinflusst durch das eingeeengte Gerinne und die Abflusscharakteristik – abgesehen von den Sunk- und Schwallproblemen – kein klassisches Äschengewässer mehr. Das mag in vergangenen Jahrhunderten anders gewesen sein, als die Muota unbeeinflusst von irgendwelchen Nutzungen, mäandrierend durch den Talboden von Schwyz floss. Heute beschränkt sich der geeignete Lebensraum auf wenige Flussabschnitte im Unterlauf und auf den unmittelbaren Mündungsbereich. Gemäss Verbreitungsatlas der Fischarten im Kanton Schwyz ist das Vorkommen in diesen Gewässerabschnitten ausgewiesen, die Bestandesgrössen sind jedoch unbekannt („Die Verbreitung der Fischarten im Kanton Schwyz“ AquaPlus, 2002). Aktuellere Befunde gibt es nicht.



Äsche
Foto: Michel Roggo

Lebt eine Fischart in isolierten Populationen, wie dies bei der Äsche im Einzugsgebiet der Muota der Fall ist, wird das Überleben der Art kritisch. Die geringen Fänge sind dafür ein deutlicher Hinweis.



Fanstatistik ANJF des Kantons Schwyz

Die Äsche pflanzt sich im März fort. Dabei deponiert sie, den Forellen ähnlich, ihre Eier im Kiesbett ohne dabei tiefe Gruben zu schlagen. Die fragilen Larven schlüpfen bei einer durchschnittlichen Wassertemperatur im April von rund 6°C in der Muota (BAFU Abt. Hydrologie) nach rund 30-40 Tagen. In der anschliessenden Lebensphase reagieren sie besonders empfindlich gegenüber Hochwassern. Sie werden oft in untenliegende Flussabschnitte, oder im speziellen Fall der Muota, in den See verdriftet. Dort fehlen die artspezifischen Bedingungen um die Larvalphase zu überleben (langsam fliessendes Wasser, kleinräumige Strömungsschatten, anströmende Nahrungsorganismen). Unmittelbar nach dem Schlüpfen sind die Äschenlarven besonders fragil. Dies gilt es im Zusammenhang mit Lebensraumaufwertungen und bei technischen Eingriffen im Konzeptperimeter besonders zu beachten.

Bachneunauge *Lampetra planeri*

Schutzstatus: stark gefährdet, Anhang VBBG und europäisch geschützt nach Berner Konvention

Im Kanton Schwyz sind nur vereinzelte Vorkommen des Bachneunauges nachgewiesen. Im Einzugsgebiet des Vierwaldstättersees sind in einem Zufluss des Lauerzensees und im Leewasser bei Brunnen Einzelfunde bekannt („Die Verbreitung der Fischarten im Kanton Schwyz“, AquaPlus, 2002).

In der Muota finden sich keine Hinweise auf ein Vorkommen von Bachneunaugen. Bis 1970 sind in den topografischen Karten, in der Schwemmebene der Muota, kleine offene Gräben eingezeichnet. Solche, oft durch das Grundwasser gespiesene Gräben im Randbereich von Flussdeltas, sind geeignete Habitate für Bachneunaugen. Im Zuge der Renaturierung des Reussdeltas im Kanton Uri wurde in Grundwasserbächen in den Deltarandzonen die Entwicklung vitaler Populationen des Bachneunauges beobachtet. Aus diesem Grunde soll diese urtümliche und stark gefährdete Art in die Überlegungen zur Lebensraumaufwertung im Konzeptperimeter einbezogen werden.



Das Bachneunauge gehört in systematischer Hinsicht nicht zu den eigentlichen Fischen, sondern zu den kieferlosen Rundmäulern, einer entwicklungsgeschichtlich frühen "primitiven" Fischart, die am Anfang der Entwicklung der Wirbeltiere steht.

Foto: Michel Roggo

Konzeptionelle Überlegungen für eine fischökologisch unbedenkliche Kiesentnahme.

Allgemeine Auswirkung der Kiesentnahme

Die Beschreibung der sensiblen Fischarten im Mündungsbereich der Muota zeigt, dass die Auswirkungen der Kiesgewinnung vor allem aus fortpflanzungsbiologischer Sicht zu betrachten sind. Die Optimierung der Wasserkraftnutzung wurde in einem Bericht im Auftrag der damaligen Dienststelle Jagd und Fischerei bereits 2008 beleuchtet (AauaPlus, 2008: „Fortpflanzungserfolg der Seeforelle in der Muota; Empfehlungen für ein angepasstes Abflussregime“). Dieser Bericht ist schlüssig und muss allenfalls aktualisiert und vertieft werden. Im hier vorliegenden Bericht wird diese Problematik daher nur noch im Kontext mit der Kiesgewinnung betrachtet.

Zur Kiesgewinnung als Rohstoff für die Bauwirtschaft oder zur Gewährleistung des Hochwasserabflusses, werden die Geschiebeablagerungen im Unterlauf der Muota und im unmittelbaren Mündungsbereich periodisch entnommen. Ebenfalls werden die in grösseren Seetiefen abgelagerten Geschiebefrachten periodisch ausgebaggert.

Die Kiesentnahmen sind technische Eingriffe im Sinne des Bundesgesetzes über die Fischerei und haben tiefgreifende Auswirkungen auf die Laich- und Aufwuchsgebiete von Seeforellen, Seesaiblingen und Äschen. Damit werden sensible Fischarten in der kritischsten Phase ihres Lebenszyklus betroffen. Die Kantone sind durch das Bundesgesetz über die Fischerei verpflichtet alle Massnahmen vorzuschreiben um günstige Lebensbedingungen für Wassertiere zu schaffen um die natürliche Fortpflanzung zu ermöglichen. Diese Verpflichtung wiegt besonders schwer wenn es sich um Fischarten mit einem hohen Schutzstatus handelt. Wie die bisherigen Ausführungen zeigen, ist dies im hier diskutierten Perimeter der Fall.

Optimiertes Entnahmeregime im Interesse der sensiblen Fischarten

Der Verzicht auf jede Kiesentnahme ist aus wirtschaftlichen und aus Hochwasserschutzgründen keine Option. Wie weit ein totaler Verzicht für die sensiblen Fischarten tatsächlich einen positiven Effekt haben würde, ist zudem fraglich. Durch die Nutzungsdichte der Gegenwart sind die vorhandenen Flächen für eine dynamische Deltaentwicklung, wie diese z.B. im Reussdelta am Urnersee möglich ist, zu klein. Verbesserungen für die angesprochenen Fischarten lassen sich jedoch durch ein angepasstes Regime der Kiesentnahme erzielen. Dazu sind allerdings gegenüber der aktuell bewilligten Praxis, zeitliche und örtliche Anpassungen unverzichtbar (Verfügung des Amtes für Umweltschutz des Kantons Schwyz vom 8 Oktober 2012; gewässerschutzrechtliche Bewilligung zur Kiesentnahme aus der Muotamündung für die Firma Arnold & Co AG, Flüelen).

Konzeptionelle Überlegungen zu einem angepassten Regime für die Kiesentnahme

Bei den folgenden Überlegungen handelt es sich um konzeptionelle Vorschläge und nicht um eine konkrete Handlungsanweisung für eine fischökologisch unbedenkliche Kiesgewinnung. Die Erarbeitung eines konkreten Entnahmekonzepts ist nicht Gegenstand des vorliegenden Berichts. Dafür sind detaillierte Angaben über Geschiebefrachten, Entnahmemengen, Baggerstandorte, Entnahmetiefen und Entnahmeintervalle, sowie Seegrundprofile unverzichtbar. Zudem müsste ein solches Entnahmekonzept mit allen involvierten Akteuren gemeinsam erarbeitet werden um tragfähige und akzeptierte Lösungen zu finden. Die Erarbeitung eines Entnahmekonzeptes wäre als eigenständiges Projekt zu initiieren.

Gestützt auf die beschriebene ökologische Bedeutung von Flussmündungen und in Kenntnis der Lebensraumansprüche der hier lebenden sensiblen Fischarten, ist es aber möglich, allgemeine Eckwerte für eine fischökologisch vertretbare Kiesgewinnung zu formulieren.

Zeitfenster für eine fischökologisch unbedenkliche Kiesentnahme

Es wurde aufgezeigt, dass alle sensiblen Fischarten bei ihrer Fortpflanzung auf kiesiges Sohlensubstrat angewiesen sind. Entsprechend risikoreich ist jeder technische Eingriff in das Sohlensubstrat des Flusses oder Seegrundes während der Laichzeit und der Embryonalentwicklung der im Kiesbett abgelegten Eier. Daraus ist schlüssig abzuleiten, dass technische Eingriffe in den Unterlauf der Muota und den Deltabereich im See, vom Spätherbst bis in den Vorsommer aus fischökologischer Sicht zu unterlassen sind.

Fischart	Laichzeit	Embryonal- Entwicklung	schwimm- und fressfähig	fluchtfähiger Jungfisch
Seeforelle	November bis Mitte Dezember	100 bis 120 Tage	150 Tage	Mai / Juni
Seesaibling	Oktober bis No- vember	70 bis 80 Tage	100 Tage	April
Äsche	März	30 bis 40 Tage	50 Tage	Mai / Juni

Tabelle 1: Zeitbedarf für die Entwicklung von Seeforelle, Seesaibling und Äsche von der Eiablage bis zum fluchtfähigen Jungfisch.

Die Tabelle 1 zeigt, dass technische Eingriffe in den Unterlauf der Muota und ihren unmittelbaren Mündungsbereich zur falschen Zeit schwerwiegende negative Folgen für den Fortpflanzungserfolg von Seeforellen, Seesaiblingen und Äschen haben.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez
Seeforelle												
Seesaibling												
Äsche												

Tabelle 2: Grün: Zeitfenster für eine unbedenkliche Kiesentnahme aus der Optik der Fortpflanzungsbiologie von Seeforelle, Seesaibling und Äsche.

Aus der Optik der Fortpflanzungsbiologie der Äsche ist das Zeitfenster für eine unbedenkliche Kiesentnahme zwar grösser, überschneidet sich aber mit dem Schutzbedürfnis der Seeforellen. Für die Seesaiblinge, die sich ausschliesslich im See aufhalten, präsentiert sich das Zeitfenster für eine unbedenkliche Kiesentnahme aus dem See wieder anders. Im See, ausserhalb des unmittelbaren Mündungsbereiches, ist eine Kiesentnahme bereits im Mai möglich. Die Seesaiblinge entwickeln sich durch ihre frühere Laichzeit und die kürzere Dauer der Embryonalentwicklung früher zum fluchtfähigen Jungfisch. Dafür ist die Entnahme durch den früheren Beginn der Laichzeit bereits im Oktober wieder einzustellen.

Eine fischökologisch unbedenkliche Kiesentnahme aus dem Unterlauf und dem unmittelbaren Mündungsbereich der Muota ist nur in den Monaten Juni, Juli, August und September möglich.

Die Entnahme von tiefergelegenen Geschiebeablagerungen im See, ist unter Berücksichtigung der Fortpflanzungsbiologie des Seesaiblings in den Monaten Mai, Juni, Juli, August und September möglich.

Positive Aspekte der Kiesentnahme

Abgesehen von der wirtschaftlichen Bedeutung der Rohstoffgewinnung für die Bauwirtschaft und der Minimierung von Hochwasserschutzproblemen gibt es auch aus fischökologischer Sicht positive Aspekte. Dies betrifft besonders die Laichplätze für die Seesaiblinge. Durch die Wirkung der Bagger, werden fortwährend Kieshalden freigelegt. Dabei wird im Prinzip derselbe Effekt erzielt wie durch natürliche Rutschungsprozesse (die möglicherweise durch die Baggeraktivitäten zusätzlich entstehen). Den Seesaiblingen stehen damit saubere Kieshalden in der favorisierten Körnung und in der bevorzugten Tiefe zur Verfügung. Solche Bedingungen versucht man ja, wie bereits erwähnt, am Zugersee seit Jahrzehnten durch die Bekiesung der Laichplätze zu schaffen. Diese potenziell positive Auswirkung der Kiesgewinnung wäre in einem konkreten Abbaukonzept vertiefter zu betrachten und das Optimierungspotenzial wäre auszuloten (Abbautiefen, Abbauprofile, Abbauintervall usw.).

Im Unterlauf und im unmittelbaren Mündungsbereich der Muota sind den positiven Gestaltungsmöglichkeiten durch die Kiesentnahme enge Grenzen gesetzt. Dies vor allem durch den gegebenen Querschnitt des Gerinnes. Als Möglichkeiten seien hier das Modellieren von Kiesbänken für die optimierte Äschen Fortpflanzung oder die Gestaltung eines genügend tiefen Talweges als Migrationskorridor für die aufsteigenden Seeforellen erwähnt. Sollten die Aufwertungsmassnahmen (zweiter Muotaarm, Gerinne Aufweitungen) realisiert werden, ergeben sich flexiblere und wirkungsvollere Gestaltungsmöglichkeiten bei der Kiesabnahme und die negativen Auswirkungen könnten minimiert werden.

Konzeptionelle Überlegungen zur Verbesserung der Lebensraumsituation für die sensiblen Fischarten im Unterlauf der Muota.

Allgemeine Grundsätze

Im Zusammenhang mit Lebensraumaufwertungen an Fliessgewässern haben sich folgende Grundsätze gefestigt:

1. Massnahmen für Fischarten mit einem Gefährdungsstatus sind zu priorisieren
2. Wenige „Grosse Massnahmen“ sind vielen „kleinen Massnahmen“ vorzuziehen. Es gibt Wirkungsziele die mit kleinen, punktuellen Massnahmen gar nicht zu erreichen sind. Letzteres trifft im konkreten Fall der Muota zu. Mit kleinräumigen, punktuell isolierten Massnahmen, wird die Erhaltung der vom Aussterben bedrohten Muota Seeforelle und der gefährdeten Äsche nicht möglich sein.
3. Wenn immer die Option besteht und es die gegebenen Randbedingungen zulassen, sind Massnahmen zur Aufwertung eines Fliessgewässers im Mündungsbereich zu beginnen und dann Flussaufwärts fortzusetzen.

Aus diesen allgemeinen Grundsätzen lässt sich das Vorgehen im Konzeptperimeter ableiten. Die Massnahmen haben sich prioritär an den Lebensraumansprüchen der Seeforelle, der Äsche und des Seesaiblings zu orientieren. Wobei Letzterer nur durch die Kiesentnahmen aus grösserer Wassertiefe des Sees betroffen ist. Massnahmen zum Schutz des Seesaiblings sind deshalb nur im Zusammenhang mit dem Entnahmeregime bei der Kiesausbeutung aus dem See zu betrachten.

Die Schaffung von geeigneten Lebensräumen für das Bachneunauge ist unabhängig von den Massnahmen im Gerinne der Muota zu prüfen.

Massnahmen zur Erhaltung der Seeforelle und Äsche

Historische Karten zeigen, wie sich der Unterlauf der Muota am Anfang des letzten Jahrhunderts in verschiedene Arme aufgeächert hat (Anhang 1). Damit entstand ein sich stets wandelndes Gefüge aus optimalen Lebensbedingungen für Kieslaicher wie es Seeforellen und Äschen sind. Wie bereits festgestellt kann dieser Zustand aber aus naheliegenden Gründen nicht mehr vollumfänglich wiederhergestellt werden. Mit der Auffächerung der Reussmündung in den Urnersee hat man ein beispielhaftes Referenzprojekt einer vorbildlichen Deltasanierung, die im Einklang mit der Kiesgewinnung, dem Erosionsschutz und der Erholungsnutzung realisiert wurde. Es liegt auf der Hand, auch für die Revitalisierung der Muotamündung, in diese Richtung zu denken. So erstaunt es nicht, dass die Fachleute des EBS, in Zusammenarbeit mit den Fachleuten der KWO, als Massnahme zur Lebensraumaufwertung eine Variante mit einem zusätzlichen Seitenarm in der Pufferzone des Naturschutzgebietes Hopfräben und Aufweitungen des bestehenden Gerinnes vorschlugen (Massnahme 13 der durch das EBS geprüften Ersatz und Ausgleichsmassnahmen, erwähnt im Kurz-/Ergebnisprotokoll „Umsetzung Nutzungspläne Hopfräben“ vom 25. August 2016). Neben der Sanierung des Schwall-Sunk-Problems, der Gewährleistung der freien Fischwanderung und der Verbesserung des Geschiebehaushalts hat diese Massnahme das grösste Potenzial, einen wesentlichen Beitrag zur Erhaltung der vom

Aussterben bedrohten Muota Seeforelle zu leisten. Lebensraumaufwertungen für die Seeforelle haben auch für die Erhaltung der Äschenpopulation positive Effekte. Die Lebensraumansprüche dieser beiden Fischarten sind in gewissen Lebensphasen sehr ähnlich.

Die positiven Effekte eines Seitenarmes und der Aufweitung des bestehenden Gerinnes sind offensichtlich. Durch die Laufverlängerung wird das Angebot an Laich- und Aufwuchshabitaten flächenmässig vergrössert. Es entstehen zwei Gerinne mit unterschiedlicher Strömungs- und Tiefenvarianz und damit eine grössere Vielfalt an Habitatsstrukturen. Das Gewässer bekommt mehr Freiheit, sich seiner Dynamik entsprechend zu entwickeln und zu verändern. Durch Instream - Massnahmen kann die Gewässerentwicklung dem Lebensraumanspruch der Seeforelle und Äsche entsprechend gelenkt werden. Die Abflusskapazität wird durch die Profilerweiterung und den zusätzlichen Seitenarm erheblich erhöht. Es ist davon auszugehen, dass sich damit die Häufigkeit von Kiesentnahmen aus Hochwasserschutzgründen reduziert. Zudem ist eine grössere Flexibilität für die Wahl des Zeitpunkts dieser Entnahmen zu erwarten.

Neben der Öffnung eines zweiten Gerinnes, bieten sich Aufweitungen des bestehenden Gerinnes als weitere Massnahmen zur Lebensraumaufwertung an. Dafür kommen die Strecken von der vorgeschlagenen Verzweigung bis zur Mündung in den See und die Strecke zwischen Gersauerstrasse und Luzernerstrasse in Frage.

Durch Aufweitungen des Gerinnes könnte dem Fluss, innerhalb eines definierten Raums, wieder eine gewisse Dynamik zurückgegeben werden. Auch hier ist davon auszugehen, dass durch Instream-Massnahmen die Dynamik so zu leiten ist, dass für die zu fördernden Fischarten die wirkungsvollsten Effekte erzielt werden. Ziel muss es sein, hier geeignete Habitate für die Laichablage der Äschen und Gewässerstrukturen für juvenile Seeforellen und Äschen zu schaffen.

Ein neuer Moutaarm und die Gerinne Aufweitung im diskutierten Ausmass, haben nicht zu unterschätzende Auswirkungen auf die Hydrologie des Flusses. Es versteht sich daher von selbst, dass diese Auswirkungen im Hinblick auf die Hochwassersicherheit durch einen Fachingenieur zu beurteilen sind.

Massnahmen zur Förderung von uferlaichenden Fischarten wie Hecht und Karpfenartige

Im Zusammenhang mit der Nutzungsplanung Hopfräben sind Ideen zur Aufwertung des Seeufers im westlichen Bereich und die Schaffung von Laichgebieten für karpfenartige Fische und Hechte weit fortgeschritten (Ergebnisprotokoll Umsetzung Nutzungspläne Hopfräben, 25.08.2016).

Diese Massnahmen sind sinnvoll, nicht zuletzt deshalb, weil flache, sich schnell erwärmende und nährstoffreiche Buchten, am mittlerweile ultraoligotrophen Vierwaldstättersee, ein Mangelbiotop geworden sind. Diese Flachwasserzonen und Überschwemmungswiesen, die für die Selbstdüngung des Sees und damit für die Produktivität als Fischgewässer so wichtig waren, wurden in den letzten 200 Jahren, besonders am äusseren See, grossflächig aufgeschüttet und überbaut. Diese Eingriffe sind irreversibel. Entsprechend wichtig ist es, solche Biotope, auch wenn sie nur kleinflächig eine punktuelle Wirkung entfalten, wieder herzustellen. Es ist allerdings darauf hinzuweisen, dass davon vor allem Fischarten ohne Gefährdungsstatus profitieren. Dies gilt es bei der Priorisierung der Massnahmen zu gewichten.

Massnahmen zur Förderung des Bachneunauges

Wie weit für das Bachneunauge, im Perimeter des vorliegenden Berichts geeigneter Lebensraum geschaffen werden kann, müsste genauer untersucht werden. Im Rahmen der weiteren Planungsarbeiten ist diese vom Aussterben bedrohte Art aber in die Überlegungen einzubeziehen. In alten Karten sind kleine offene Fließgewässer eingezeichnet, die potenziell als Bachneunaugen Habitate in Frage kommen. Die Offenlegung solcher Gewässer wurde im Rahmen der Nutzungsplanung Hopfräben (Massnahmenplanung, Bericht zum Vorprojekt; Staubli, Kurath & Partner, Zürich) vorgeschlagen. Der Entscheid für eine Ausdolung soll in einer späteren Projektphase erfolgen. Dannzumal ist die Frage der Förderung des Bachneunauges zu prüfen. Diese eingedolten Kleingewässer liegen ausserhalb des Berichtsperrimeters.

Priorisierung

Wie bereits festgestellt, hat sich die Priorisierung der Massnahmen an der erzielten Wirkung zu messen. Massnahmen mit einer gewissen zusammenhängenden Flächenausdehnung schneiden dabei besser ab als viele isolierte, punktuelle kleine Massnahmen. Unabhängig von der Priorisierung der einzelnen Massnahme, sind alle im Berichtsperrimeter diskutierten und geplanten Massnahmen zu koordinieren.

Priorität 1

Fischökologisch unbedenklich Kiesentnahme

Weil die Kiesentnahme direkte Auswirkungen auf den Fortpflanzungserfolg von Seeforellen und Äschen haben, ist ein fischökologisch unbedenkliches Entnahmeregime mit hoher Priorität zu initiieren. Dabei sind die bisherigen Auflagen der gewässerschutzrechtlichen Bewilligung zur Kiesentnahme, im Sinne des BG über die Fischerei, zu modifizieren.

Zum Schutze der Fortpflanzungsgebiete der Seesaiblinge ist zusammen mit allen Akteuren ein Abbaukonzept zu entwickeln. Diese Massnahme hat nicht die gleiche Dringlichkeit, wie das Entnahmeregime in der Muota selbst.

Priorität 2

Lebensraumaufwertungen für Seeforelle und Äsche

Betrachtet man die vorhandenen Planungen und Ideenskizzen zur ökologischen Aufwertung des Unterlaufes der Muota und des ganzen Gebietes Hopfräben aus fischökologischer Sicht, so sind die Öffnung eines zweiten Muotaarms und die Gerinne-Aufweitungen unterhalb der Kantonsstrasse bis zur Mündung, prioritär zu realisieren. Wenn es nicht gelingt, diese Lebensraumaufwertung sobald als möglich zu realisieren, kommt man gutachterlich zum Schluss, dass die Muotaseeforelle und die Äsche wohl keine Überlebenschance haben.

Priorität 3

Massnahmen zur Förderung von Ufer laichenden Fischarten wie Hecht und Karpfenartige

Die vorgeschlagene Renaturierung des Seeufers im westlichen Bereich des Naturschutzgebietes Hopfräben ist wertvoll und weiter zu verfolgen. Weil es vor allem Fischarten ohne Gefährdungsstatus fördert, ist die Priorität für eine Umsetzung jedoch weniger hoch.

Priorität 4

Massnahmen zur Förderung des Bachneunauges

Obwohl das Bachneunauge eine stark gefährdete Art ist, sind die Massnahmen zur Förderung nicht mit oberster Priorität zu realisieren. Das Bachneunauge ist im Perimeter des vorliegenden Berichts nicht mehr nachgewiesen. Diese Art wäre durch einen Initialbesatz wieder anzusiedeln. Ob eine solche Wiederansiedlung erfolgversprechend ist hängt davon ab, wie weit Kleingewässer im Deltarandbereich ausgedolt werden und als Bachneunaugen Biotop geeignet sind.

Unabhängig von der Priorisierung oder dem Zeitpunkt der konkreten Realisierung einer Massnahme, sind wie bereits festgestellt, alle Massnahmen auf einander abzustimmen und zu koordinieren.

Weggis 05. November 2016, Josef Muggli