

Monitorings-Konzept zur Wirkungskontrolle für die Sanierung der Fischauf- und Fischab- stiegsanlagen an der Birs

10.07.2018



Autoren: Nils Schölzel, Biologe M.Sc.; Lisa Wilmsmeier, Biologin M.Sc.; Armin Peter, Dr.



Auftraggeber

ADEV Wasserkraftwerk AG, Aventron Birseck Hydro AG, Birs Wasserkraft AG, EBL (Genossenschaft Elektra Baselland), IWB Industrielle Werke Basel

Kontaktpersonen und Koordination

Reto Fedeli

Birs Wasserkraft AG

062 787 69 66

reto.fedeli@alpiq.com

Auftragnehmer

Peter FishConsulting

Hagmattstr. 7

4600 Olten

Tel. 079 964 06 44

apeter@fishconsulting.ch

Projektleitung

Dr. Armin Peter, Peter FishConsulting, Olten

Zitierungsvorschlag

Schölzel, N., L. Wilmsmeier & A. Peter. 2018. Monitorings-Konzept zur Wirkungskontrolle für die Sanierung der Fischauf- und Fischabstiegsanlagen an der Birs. Studie im Auftrag von ADEV Wasserkraftwerk AG, Aventron Birseck Hydro AG, Birs Wasserkraft AG, EBL, IWB Industrielle Werke Basel, 5254 Seiten.

Hinweis

Diese Studie wurde im Auftrag der fünf Kraftwerksbetreiber ADEV Wasserkraftwerk AG, Aventron Birseck Hydro AG, Birs Wasserkraft AG, EBL (Genossenschaft Elektra Baselland), IWB Industrielle Werke Basel verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

Foto auf dem Titelblatt

Luftbild der begradigten Birs bei Dornach-Arlesheim.



Inhaltsverzeichnis

1	Auftrag	1
2	Wirkungskontrolle Längsvernetzung, Fischwanderung mittels RFID-Technologie	2
2.1	Funktionsweise von RFID.....	2
2.2	Vorteile von RFID.....	2
2.3	Parameter Fischaufstieg.....	2
2.4	Aufbau der RFID-Anlagen für den Fischaufstieg.....	3
2.5	Parameter Fischabstieg	4
2.6	Aufbau der RFID-Anlagen für den Fischabstieg.....	5
2.7	Spezifischer Aufbau der RFID-Anlagen je Standort	5
2.8	Wartung und Funktionskontrolle der RFID-Anlagen	5
3	Auswahl der Fische und Handling	6
3.1	Fischartenspektrum und Zielarten	6
3.2	Fischaufstieg.....	7
3.2.1	<i>Fang und Anzahl Fische</i>	<i>7</i>
3.2.2	<i>Aussetzen der Fische nach der Markierung.....</i>	<i>7</i>
3.3	Fischabstieg	7
3.3.1	<i>Fang und Anzahl Fische</i>	<i>7</i>
3.3.2	<i>Aussetzen der Fische nach der Markierung.....</i>	<i>8</i>
3.4	Markierung der Fische mit PIT-Tags.....	8
3.5	Bewilligungen	8
4	Zeitlicher Ablauf des Monitorings.....	9
4.1	Empfehlungen zum Ablauf	9
4.2	Wandermotivation der Fische und Monitoringsdauer.....	9
4.3	Synergien nutzen.....	9
5	Datenauswertung	10
5.1	Beurteilung der FAH	10
5.1.1	<i>Auffindbarkeit - Attraktionseffizienz</i>	<i>10</i>
5.1.2	<i>Einstiegseffizienz</i>	<i>10</i>
5.1.3	<i>Passierbarkeit - Passageeffizienz.....</i>	<i>10</i>
5.1.4	<i>Passagedauer</i>	<i>11</i>
5.2	Beurteilung des Fischabstiegs	11
5.2.1	<i>Benutzung des Bypasses.....</i>	<i>11</i>
5.2.2	<i>Benutzung der FAH als Abstiegsroute</i>	<i>11</i>
6	Detailbetrachtung der einzelnen Kraftwerksstandorte	12



6.1	KW Juramill, Laufen BL – ADEV Wasserkraftwerk AG	12
6.1.1	<i>Antennenstandorte und -typen</i>	12
6.1.2	<i>Erhobene Parameter und Beurteilung</i>	14
6.1.3	<i>Fischfang.....</i>	14
6.1.4	<i>Anzahl zu markierender Fische und Artenspektrum.....</i>	14
6.1.5	<i>Fischaussatz.....</i>	15
6.2	KW Wasserfall Laufen – Birseck Hydro AG.....	16
6.2.1	<i>Antennenstandorte und -typen</i>	16
6.2.2	<i>Erhobene Parameter und Beurteilung</i>	18
6.2.3	<i>Fischfang.....</i>	18
6.2.4	<i>Anzahl zu markierender Fische und Artenspektrum.....</i>	18
6.2.5	<i>Fischaussatz.....</i>	19
6.3	KW Obermatt Zwingen – Genossenschaft Elektra Baselland (EBL).....	20
6.3.1	<i>Antennenstandorte und -typen</i>	21
6.3.2	<i>Erhobene Parameter und Beurteilung</i>	21
6.3.3	<i>Fischfang.....</i>	23
6.3.4	<i>Anzahl zu markierender Fische und Artenspektrum.....</i>	23
6.3.5	<i>Fischaussatz.....</i>	24
6.4	KW Nenzlingermatten – Birs Wasserkraft.....	25
6.4.1	<i>Antennenstandorte und -typen</i>	26
6.4.2	<i>Erhobene Parameter und Beurteilung</i>	27
6.4.3	<i>Fischfang.....</i>	28
6.4.4	<i>Anzahl zu markierender Fische und Artenspektrum.....</i>	28
6.4.5	<i>Fischaussatz.....</i>	29
6.5	KW Moos – Birs Wasserkraft AG	30
6.5.1	<i>Antennenstandorte und -typen</i>	30
6.5.2	<i>Erhobene Parameter und Beurteilung</i>	31
6.5.3	<i>Fischfang.....</i>	32
6.5.4	<i>Anzahl zu markierender Fische und Artenspektrum.....</i>	32
6.5.5	<i>Fischaussatz.....</i>	33
6.6	KW Büttenen I und II – Birs Wasserkraft AG	34
6.6.1	<i>Antennenstandorte und -typen</i>	34
6.6.2	<i>Erhobene Parameter und Beurteilung</i>	35
6.6.3	<i>Fischfang.....</i>	36
6.6.4	<i>Anzahl zu markierender Fische und Artenspektrum.....</i>	36



6.6.5	<i>Fischaussatz</i>	37
6.7	KW Dornachbrugg – Birseck Hydro AG.....	38
6.7.1	<i>Antennenstandorte und -typen</i>	38
6.7.2	<i>Erhobene Parameter und Beurteilung</i>	39
6.7.3	<i>Fischfang</i>	39
6.7.4	<i>Anzahl zu markierender Fische und Artenspektrum</i>	40
6.7.5	<i>Fischaussatz</i>	40
6.8	KW Neuwelt IWB Basel.....	42
6.8.1	<i>Antennenstandorte und -typen</i>	42
6.8.2	<i>Erhobene Parameter und Beurteilung</i>	43
6.8.3	<i>Fischfang</i>	44
6.8.4	<i>Anzahl zu markierender Fische und Artenspektrum</i>	44
6.8.5	<i>Fischaussatz</i>	45
7	Kostenaufteilung und Berechnung für die durchzuführenden Arbeiten	46
7.1	Kostenaufteilung	46
7.2	Kostenberechnung für die einzelnen Kraftwerksstandorte	46
7.2.1	<i>KW Juramill, Laufen BL – ADEV Wasserkraftwerk AG</i>	46
7.2.2	<i>KW Wasserfall Laufen – Birseck Hydro AG</i>	46
7.2.3	<i>KW Obermatt Zwingen – Genossenschaft Elektra Baselland (EBL)</i>	47
7.2.4	<i>KW Nenzlingermatten – Birs Wasserkraft AG</i>	47
7.2.5	<i>KW Moos – Birs Wasserkraft AG</i>	47
7.2.6	<i>KW Büttenen I und II – Birs Wasserkraft AG</i>	48
7.2.7	<i>KW Dornachbrugg – Birseck Hydro AG</i>	48
7.2.8	<i>KW Neuwelt IWB Basel</i>	48
8	Literatur	49



1 Auftrag

In diesem Konzept wird dargestellt, wie eine effiziente Wirkungskontrolle für jedes bezüglich der Durchgängigkeit sanierungsbedürftige Kraftwerk an der Birs anzugehen ist. Dabei werden sowohl der Fischaufstieg, als auch der Fischabstieg untersucht. Als Methode wird der Einsatz von RFID-Technologie empfohlen. Diese Methode wird für die vorherrschende Situation als ideal angesehen, da sie sowohl die Bewertung der Durchgängigkeit einzelner Anlagen, als auch der Birs als Ganzes, ermöglicht. So können in diesem Lachsgewässer 1. Ordnung (Spalinger & Dönni 2017) durch die Koordination der Monitorings der acht Anlagen beinahe einzigartige Synergien genutzt werden (s. Kap. 4.3). Neben der Bewertung der Durchgängigkeit für den Auf- und Abstieg von Fischen für jeden einzelnen Standort können mit dem PIT-Tagging zudem auch mögliche Schwachpunkte der Aufstiegsanlagen (z.B. Auffindbarkeit oder Passageeffizienz, s. Kap. 2.3) identifiziert werden. Die Aufwanderung kann quantitativ, die Abwanderung halbquantitativ bewertet werden.

Es ist ausdrücklich **nicht** Gegenstand dieses Konzeptes die geplanten Sanierungsmassnahmen an den behandelten Kraftwerksanlagen im Vorfeld zu beurteilen oder Verbesserungsvorschläge zu machen. Jegliche in diesem Konzept einbezogenen Sanierungsmassnahmen wurden von den zitierten Umwelt- und Ingenieurbüros erarbeitet und werden in diesem Konzept **nicht** bewertet, sondern nur als Grundlage für ein Monitoringskonzept benutzt.

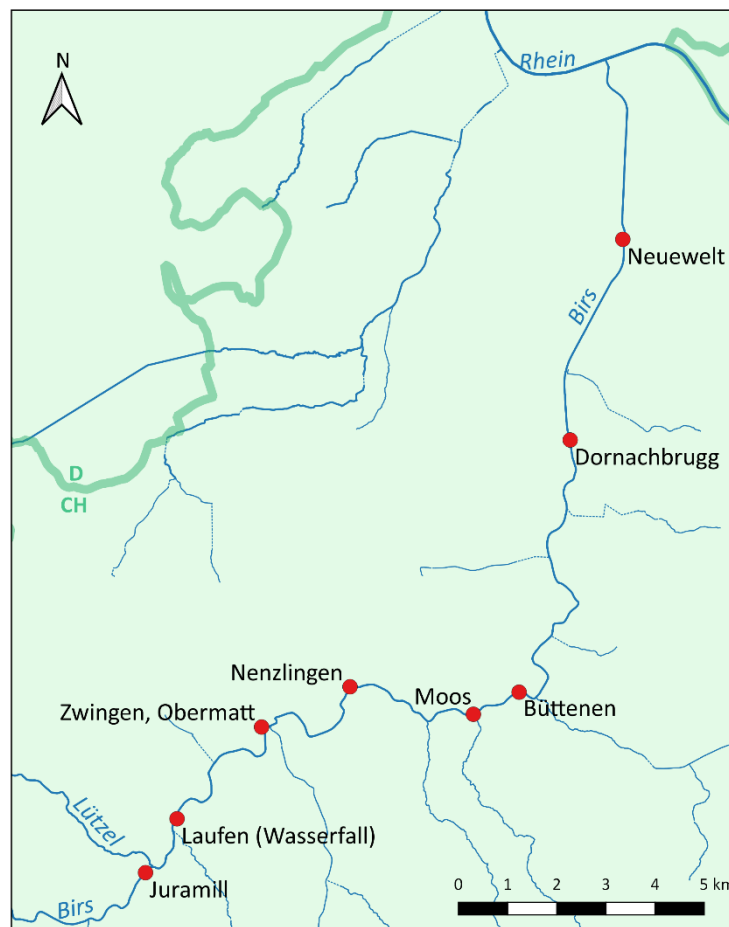


Abbildung 1: Übersichtskarte der in diesem Konzept behandelten Kraftwerksstandorte an der Birs.



2 Wirkungskontrolle Längsvernetzung, Fischwanderung mittels RFID-Technologie

2.1 Funktionsweise von RFID

Bei der RFID-Technologie (engl.: radio-frequency identification), handelt es sich um eine Methode, die eine kontaktlose Identifizierung von Sendermarken, sogenannten PIT-Tags (engl.: passive integrated transponder) ermöglicht. Jeder dieser PIT-Tags trägt eine individuelle Kennnummer, welche er aussendet, sobald er durch Induktion im elektromagnetischen Feld einer Antenne aktiviert wird. Somit lassen sich Fische individuell mit PIT-Tags markieren und an lokal installierten Antennen, die mit Lesegeräten verbunden sind, registrieren. Die Leseweite der Antennen beträgt etwa 1 m, je nach Ausgestaltung lassen sich aber verschieden grosse Bereiche abdecken. Datalogger an den Antennen erfassen die ID eines PIT-Tags, den Zeitpunkt und die Aufenthaltsdauer im Detektionsradius. Es lässt sich also genau nachverfolgen, wann und wie lange welcher Fisch an einem Antennenstandort war, wodurch Rückschlüsse auf seine Bewegungsmuster in einer FAH oder im gesamten Fluss (bei Registrierung an weit voneinander entfernten Standorten) möglich werden.

2.2 Vorteile von RFID

Die Vorteile der RFID-Technologie (PIT-Tagging) für die Wirkungskontrolle der Sanierungsmassnahmen für die Fischwanderung sind die folgenden:

- Es findet nur ein geringer Eingriff am Fisch statt und sein Verhalten wird wenig beeinflusst
- Die PIT-Tags sind relativ preiswert (ca. 2 CHF pro Stück)
- Theoretisch haben die PIT-Tags eine unbegrenzte Lebensdauer, da sie über Induktion im Feld der Antennen geladen werden
- Der Einsatz ermöglicht einen hohen Informationsgewinn, da jeder Fisch individuell erkennbar ist
- Die hohen Detektionsraten an stationären Antennen ermöglichen ein präzises Tracking der Wanderungen über ein Hindernis und geben Aufschluss über mögliche Schlüsselstellen/Engpässe in den Auf- bzw. Abstiegsanlagen und im Gewässer als Ganzes
- Die Beurteilungen von Fischaufstiegshilfen (FAH) ist anhand der unter 2.3 aufgeführten Parameter möglich
- Ein Vergleich der Wirksamkeit verschiedener FAH wird möglich
- Einmal installierte Anlagen benötigen wenig Wartung und können über einen langen Zeitraum betrieben werden

2.3 Parameter Fischaufstieg

Die folgenden Parameter können bei einem Monitoring mittels PIT-Tagging untersucht werden und ermöglichen eine detaillierte Beurteilung der einzelnen Objekte, sowie die Identifikation möglicher Engpässe („Bottlenecks“) bei der Fischwanderung innerhalb der Birs.

- **Attraktionseffizienz (vereinfacht):** Anteil der markierten Fische im Unterwasser eines Hindernisses, welche den Eingang zu einer FAH lokalisieren können. Dieser Parameter gibt vereinfacht Aufschluss über die Auffindbarkeit einer FAH.



- **Einstiegseffizienz:** Prozent aller markierten und im Unterwasser ausgesetzten Fische, welche in den Fischpass eintreten und auf der zweiten Einstiegsantenne im Fischpass registriert werden.
- **Passageeffizienz:** Anzahl der Individuen die erfolgreich über eine FAH aufsteigen, dividiert durch die Anzahl aller in die FAH eingestiegenen Fische (sensu Bunt et al. 2012).
- **Passagedauer:** Zeit von der letzten Detektion an der untersten Antenne beim Einstieg bis Ankunft im Oberwasser, also dem Ende der erfolgreichen Passage einer FAH.

Niedrige **Attraktions-**, **Einstiegs-** und **Passageeffizienzen**, sowie eine lange **Passagedauer** deuten auf Probleme bei der Funktionsfähigkeit von Objekten hin. Die erhobenen Parameter können Hinweise darauf geben, wo die Probleme an einzelnen Objekten zu suchen sind. Diese können zum Beispiel bei der Auffindbarkeit oder der Durchwanderbarkeit liegen und gegebenenfalls sogar fischarten- oder grössenspezifisch sein.

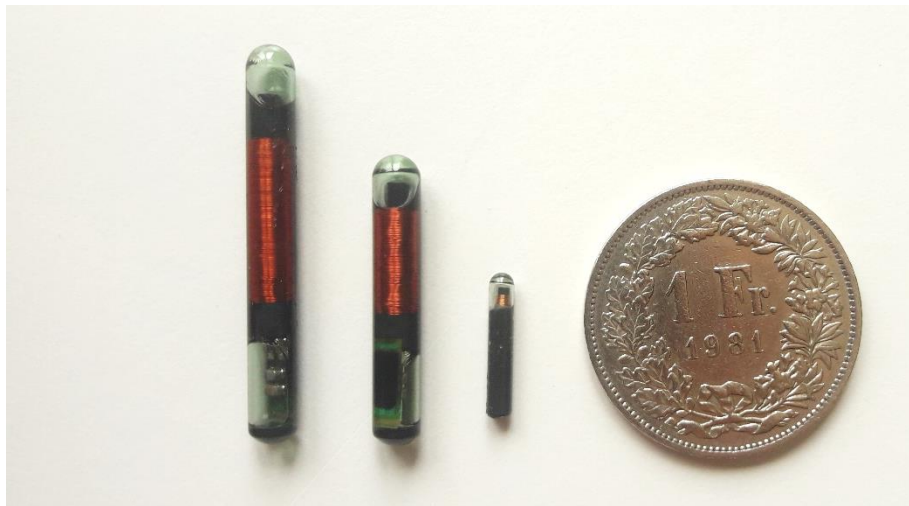


Abbildung 2: PIT-Tags mit unterschiedlichen Grössen. Je grösser die Marken, desto grösser ist auch die Lesedistanz an den Antennen. Bis ca. 16 cm Totallänge werden Fische mit dem kleinsten PIT-Tag markiert. Längen von links nach rechts: 32 mm, 23 mm, 12 mm.

2.4 Aufbau der RFID-Anlagen für den Fischaufstieg

Generell werden für das Monitoring einer FAH zwei Durchschwimm-Antennen am Einstieg und mindestens eine Durchschwimm-Antenne am Ausstieg der FAH benötigt. Durchschwimm-Antennen haben eine grössere Lesedistanz als andere Antennentypen und können daher den gesamten Querschnitt einer FAH ohne Detektionslücken abdecken.

Mit der untersten Antenne kann die **Attraktionseffizienz** ermittelt werden. Fische die hier registriert werden, haben den Einstieg in die FAH gefunden und damit den ersten Schritt zur Überwindung des Hindernisses geschafft. Im Weiteren ist daher abzuklären, ob die Fische auch tatsächlich in die FAH einsteigen, oder ob sie nur am Eingang registriert wurden. Dazu wird eine zweite Antenne kurz nach der untersten am Einstieg benötigt. Durch die zeitliche Abfolge der Detektionen lässt sich nun die **Schwimmrichtung** der Fische ableiten. Somit kann nachgewiesen werden, ob die Fische wirklich in die FAH eingestiegen sind (**Einstiegseffizienz**). Im Fall eines abgebrochenen Aufstiegs, das heisst eines Umdrehens eines Fisches in der FAH (zum Beispiel aufgrund unpassender hydraulischer Bedingungen in einem Schlitz etc.), kann dies ebenfalls festgestellt werden. Die Detektionsreihenfolge ist in diesem Fall



umgekehrt. Zudem liesse sich die Aufenthaltsdauer in der FAH ermitteln. Die oberste Antenne am Übergang der FAH ins Oberwasser ist nötig, um zu verifizieren, dass ein Fisch auch wirklich den Aufstieg geschafft hat. Das Verhältnis der erfolgreichen Aufstiege zur gesamten Anzahl an Aufstiegsversuchen, ergibt die **Passageeffizienz**. Zudem lässt sich die **Passagedauer** über die Zeitdifferenz zwischen den Detektionen auf den unteren Antennen und der obersten Antenne berechnen. Abbildung 3 gibt einen schematischen Überblick über die Lage der Antennen in einer FAH. Die genauen Positionen müssen je nach Objekt angepasst werden. Alle Parameter können aufgrund der individuellen Markierung der Fische mittels PIT-Tags artspezifisch angegeben werden und sofern der Stichprobenumfang ausreicht, auch grössenspezifisch. Die zweite untere Antenne beim Einstieg der Fische in die FAH wird idealerweise mit einer Distanz von zirka 5-8 m oberhalb der ersten Antenne montiert. Es sind jedoch die Pegelschwankungen im Unterwasser zu berücksichtigen. Sind diese erheblich, muss die zweite Antenne in grösserer Distanz aufwärts montiert werden, beispielsweise im ersten Schlitz, der keinen deutlichen Pegelschwankungen mehr unterworfen ist. Ziel ist es, zumindest an der zweiten Antenne am Einstieg ein Umschwimmen der Antenne ohne Registrierung durch die Fische bei hohen Abflüssen zu verhindern.

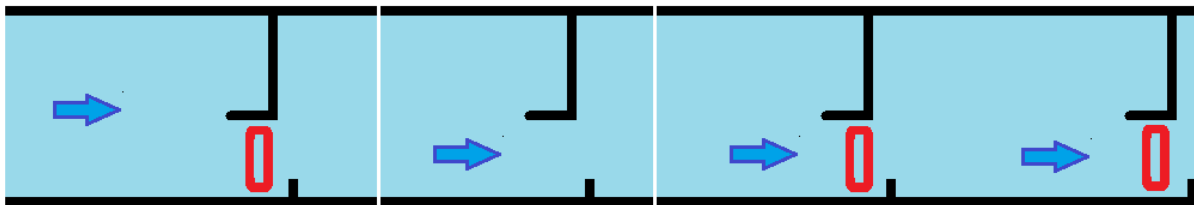


Abbildung 3: Schematische Darstellung einer FAH (Schlitzpass) mit Lage der Antennen (rote Schlaufen). Die Fließrichtung wird durch die blauen Pfeile angedeutet, dementsprechend befinden sich Oberwasser links und Unterwasser rechts.

Für absteigende Fische kann u. U. ebenfalls eine Passagedauer angegeben werden. Passageeffizienz und Passagedauer können artspezifisch angegeben werden und sofern der Stichprobenumfang ausreicht, auch grössenspezifisch.

Betrieben werden die Anlagen in der Regel mittels Stromanschluss oder ausnahmsweise per Solarmodul mit Batterieversorgung, je nach Verfügbarkeit.

2.5 Parameter Fischabstieg

Für den Fischabstieg gestaltet sich das Monitoring schwieriger, da an den meisten Standorten mehrere Abstiegskorridore zur Verfügung stehen. Diese sind das Bypass-System, der Wehrabstieg (bei Wehrüberfall), die FAH, oder auch die Turbinenpassage. Zudem ist bei Ausleitkraftwerken auch ein Abstieg über die Dotiervorrichtung der Restwasserstrecke möglich. Während die FAH in den meisten Fällen sowieso schon mittels RFID untersucht wird und daher Abstiege über die FAH registriert werden, können der Turbinenauslass und die Wehrfelder nur mit unverhältnismässig grossem Aufwand mittels RFID überwacht werden. Hier muss bei Bedarf ein gesondertes Konzept erarbeitet und besser auf die Methode der Radiotelemetrie zurückgegriffen werden. Letztere würde auch ein differenziertes Monitoring des Fischverhaltens im Oberwasser vor dem Abstieg ermöglichen. Der Nachteil der Radiotelemetrie ist allerdings ein grösserer Aufwand, eine begrenzte Lebensdauer der Sendermarken und höhere Gesamtkosten durch Material, Aufwand und Auswertung. Zudem hat das Amt für Umweltschutz



und Energie des Kantons Basel-Landschaft ein Gesamtkonzept mittels RFID gefordert. Aus diesen Gründen beschränkt sich das Monitoring des Fischabstiegs an den Standorten der Birs auf die folgenden Parameter:

- Die **Benutzung des Bypasses** für absteigende Fische soll nachgewiesen werden
- Optional: Die **Auffindbarkeit** des Bypasses und die **Einstiegs-effizienz** können erfasst werden
- **Abstieg über die FAH** wird erfasst (im Rahmen des Fischaufstiegs-Monitorings)

Wehrabstiege und Turbinenpassagen können nur indirekt und nicht quantitativ nachgewiesen werden, falls abgestiegene Fische im Folgenden wieder beim Aufstieg in der FAH registriert werden oder wenn sie im flussabwärts gelegenen Kraftwerk auf Antennen erscheinen. Insgesamt kann aber festgestellt werden, ob der Abstieg von den markierten Fischen angenommen wird. Die Ergebnisse liefern einen Hinweis darauf, ob die Leiteinrichtungen (Horizontalrechen) funktionieren. Sollten die Abstiegszahlen sehr niedrig ausfallen, deutet dies auf Probleme der Funktionsfähigkeit des Fischabstiegs inklusive Leitstruktur hin. In einem solchen Fall müssten weitere Untersuchungen (mittels Didson oder Radiotelemetrie) folgen, um die genaue Ursache herauszufinden und gegebenenfalls Nachbesserungen durchführen zu können.

2.6 Aufbau der RFID-Anlagen für den Fischabstieg

Für den Fischabstieg soll lediglich die **Benutzung des Bypasses** nachgewiesen werden. Dieses wird erreicht, indem eine Durchschwimm-Antenne im Bypass montiert wird. Sobald ein Fisch einmal in den Bypass eingestiegen ist, ist sein Abstieg sehr wahrscheinlich, daher reicht hier eine einzelne Antenne. Falls die **Auffindbarkeit** und die **Einstiegs-effizienz** in den Bypass ebenfalls ermittelt werden sollen, muss am Einstieg in den Bypass zusätzlich eine Antenne montiert werden. Diese detektiert die Fische sobald sie nahe am Einstieg sind. Bei zwei Einstiegsöffnungen (einer sohl-nahen und einer oberflächennahen) sollte direkt bei der Konstruktion jeweils eine Antenne pro Öffnung eingebaut werden. Dieser Ansatz würde interessante Resultate zur Benutzung der Bypasseinstiege und deren Auffindbarkeit, sowie Funktionsfähigkeit liefern. Weil dieser Aufbau bisher aber noch nicht erprobt wurde, wird er in diesem Konzept nicht zwingend gefordert.

2.7 Spezifischer Aufbau der RFID-Anlagen je Standort

Für die meisten Standorte, die in diesem Konzept behandelt werden, wurden mehrere Varianten für den Fischauf- und Abstieg vorgeschlagen. In diesem Konzept wurde deshalb nur die vorgeschlagene Bestvariante berücksichtigt. Bei späteren Abweichungen in der Umsetzung oder Auswahl der Varianten muss dieses Konzept daher nachgebessert werden. Es soll an dieser Stelle betont werden, dass die behandelten „Bestvarianten“ durch Peter FishConsulting weder ausgewählt, noch geprüft wurden. Die Ausarbeitung dieses Konzepts stellt somit keine Rechtfertigung der jeweiligen Variantenwahl dar.

2.8 Wartung und Funktionskontrolle der RFID-Anlagen

Alle RFID-Anlagen sind in regelmässigen Abständen zu überprüfen und die Antennen zu reinigen. Ein Abstand von 2-3 Wochen ist empfehlenswert, bei einem grossen Hochwasser ist eine baldige Kontrolle nötig. Die Wartung sollte zwischen den RFID-Anlagen entlang der Birs koordiniert werden. Sogenannte Otterboxen sollten an jeder Antenne eingesetzt werden, um die unterbruchfreie Funktionstüchtigkeit



der einzelnen Antennen mittels Marker-Tag zu belegen. Der Marker-Tag ist ein elektronisch versteckter Tag, der in einem bestimmten vorgegebenen Intervall für die Antenne detektierbar ist und somit die Funktion der Antenne belegt. Alle Daten können per Internetverbindung von den Readern der RFID-Anlagen ausgelesen werden. Somit ist auch jederzeit eine Funktionskontrolle der Anlagen möglich.

3 Auswahl der Fische und Handling

3.1 Fischartenspektrum und Zielarten

Der Fischaufstieg und der Fischabstieg sollten für möglichst alle in der Birs vorkommenden Fischarten und Grössenklassen nachgewiesen und als funktionierend beurteilt werden können. Ausserdem müssen die FAH an der Birs lachsgängig sein. Generell sind die Zielarten und das Grössenspektrum für den Fischaufstieg und den Fischabstieg daher identisch.

Bisher konnten in der Birs folgende 18 Fischarten beschrieben werden (Amiet 2015; Breitenstein & Kirchhofer 2011; Weber & Peter 2007).

- Aal
- Alet
- Äsche
- Bachneunage
- Barbe
- Elritze
- Flussbarsch
- Bachforelle
- Groppe
- Gründling
- Hasel
- Nase
- Rotfeder
- Rotaugen
- Schmerle
- Schneider
- Stichling
- Strömer

Als eine der Zielarten kommt der Lachs dazu. Für jedes Kraftwerk sollen anhand des Fischvorkommens nahegelegener Flussabschnitte (je 10-15 km flussaufwärts und flussabwärts) die Zielarten für die Wirkungskontrolle bestimmt werden. In allen Fällen gehören Lachs und Forelle zu den Zielarten für jedes Kraftwerk. Im Weiteren gehören dazu folgende Vertreter (nach Seifert (2016), verändert):

- Vertreter der Leitarten der standorttypischen Fischzönosen (z.B. Äschenregion: Äsche, Alet, Hasel oder Barbenregion: Barbe, Nase, Rotaugen)
- Vertreter mit maximalen räumlichen Ansprüchen für den Fischauf- und Fischabstieg (Lachs, Flussforelle, Hecht)
- Vertreter schwimmschwacher Fischarten (Groppe, Schmerle, Gründling)
- speziell geschützte Fischarten (Fische mit Gefährdungsstatus 1-3)



Stellvertretend für Lachse muss die Passierbarkeit der FAH durch grössere Forellen herangezogen werden. Bei den Kleinfischarten wie Groppe, Schmerle und Gründling kann es beim Markieren aufgrund der geringen Grösse und der speziellen Körperform zu Problemen kommen. Hier können nur die grössten Individuen markiert werden, aufgrund der kleinen Bauchhöhle dieser Arten und den damit verbundenen Schwierigkeiten bei der Markierung. Auch Bachneunaugen sollten nicht mit PIT-Tags markiert werden, da sie zum einen ebenfalls eine sehr kleine Bauchhöhle haben und zum anderen einen grossen Teil ihres Lebenszyklus in der Gewässersohle verbringen.

Nach Abschluss der Arbeiten zur Sanierung der Fischwanderung soll die Birs jährlich mit rund 120'000 Lachs-Brütlingen besetzt werden. Das Monitoring der absteigenden Lachssmolts ist nicht Inhalt des vorliegenden Konzepts zur Wirkungskontrolle. Von grossem Interesse sind der Zeitpunkt des Abstiegs sowie auftretende Mortalitäten. Es empfiehlt sich, ein separates Konzept für die Wirkungskontrolle der absteigenden Lachssmolts zu erarbeiten und dieses Konzept mit dem Lachsbesatz zu koordinieren.

3.2 Fischaufstieg

3.2.1 Fang und Anzahl Fische

Es wird empfohlen die Fische mittels Elektrobefischungen im Oberwasser des jeweiligen Standortes zu fangen. Aufgrund der Staubereiche und der damit erheblichen Wassertiefen, ist ein Fischen vom Boot aus vielerorts zu empfehlen. Hierdurch können grössere Strecken leichter abgefischt werden und speziell fischreiche Abschnitte gezielt befischt werden. Zählbecken sollten nicht zum Fischfang genutzt werden, damit alle Fische auf die gleiche Weise gefangen werden und damit der zeitliche Aufwand begrenzt ist, sowie alle Fische innerhalb eines kleinen Zeitfensters markiert werden können.

Es sollten je Standort jeweils mindestens 150 Individuen je Fischart markiert werden. Dabei sollen verschiedene Altersklassen bzw. ein diverses Grössenspektrum abgedeckt werden. Es gilt dabei zu beachten, dass Fische erst ab einer Totallänge von ca. 100 mm markierbar sind.

3.2.2 Aussetzen der Fische nach der Markierung

Nach der Markierung werden die Fische 150 m unterhalb des Hindernisses (Kraftwerks) im Unterwasser ausgesetzt, die genauen Koordinaten von vorgeschlagenen Aussatzstellen sind unter 6 (Detailbetrachtung der einzelnen Kraftwerksstandorte) angegeben. Diese Fische sollten aufgrund ihrer Translokation eine erhöhte Motivation zu Wanderung haben. Somit kann davon ausgegangen werden, dass auch der Grossteil dieser Fische den Aufstieg über das Hindernis versuchen wird. Zu rechnen sind bei einem Gewässer der Grössenordnung der Birs mit etwa 30-50 % der markierten Fische, die zumindest auf der untersten Antenne der FAH registriert werden.

Grössere Groppen sollen ebenfalls markiert werden. Es empfiehlt sich aber, diese nur zirka 30 m unterhalb der FAH auszusetzen. Groppen zeigen zwar nach einer Translokation eine Bewegung in Richtung des vorherigen Standorts, führen sie aber oft nicht bis ans Ziel aus.

3.3 Fischabstieg

3.3.1 Fang und Anzahl Fische

Für das Monitoring des Fischabstiegs wird empfohlen die Fische im Unterwasser des jeweiligen Standortes zu fangen und nach dem Markieren ins Oberwasser zu translozieren. Analog zum Fischaufstieg, sollten diese Fische aufgrund des sogenannten Microhomings eine erhöhte Motivation zum Wiederabstieg haben. Der Fang erfolgt ebenfalls meist vom Boot aus, genau wie beim Fischaufstieg (vgl. 3.2.).



Die Anzahl zu markierender Fische für den Fischabstieg entspricht der des Fischeaufstiegs und beträgt 150 Individuen je Art (vgl. 3.2.1).

3.3.2 Aussetzen der Fische nach der Markierung

Die markierten Fische sind in den Staubereich des jeweiligen Kraftwerks, ca. 150 m oberhalb wieder auszusetzen. Die genauen Positionen der vorgeschlagenen Aussatzorte für den Fischabstieg sind unter Absatz 6 (Detailbetrachtung der einzelnen Kraftwerke) aufgeführt.

Es ist an dieser Stelle wichtig darauf zu achten, dass die Befischungen im Ober- und Unterwasser der KW Standorte koordiniert erfolgen, damit keine markierten Fische doppelt gefangen werden oder durch die Versetzungen über das Hindernis an einem Standort transferiert werden. Empfehlenswert ist es daher die gefangenen Fische vor der Markierung auf bereits vorhandene PIT-Tags zu scannen. Ausserdem könnte es sinnvoll sein die Fische aus dem Ober- bzw. Unterwasser so lange zu halten, bis der Aussatzbereich befischt wurde. Hierzu bieten sich Hälterungsgefässe an, die im Gewässer eingebracht werden können und somit eine Frischwasser- und Sauerstoffversorgung der Tiere gewährleisten. Trotzdem bleibt eine permanente Überwachung des Gesundheitszustandes der gehaltenen Fische unerlässlich.

3.4 Markierung der Fische mit PIT-Tags

Zur Markierung werden die Fische zunächst in mit Sauerstoff belüfteten Becken gehältert. Portionsweise werden sie anschliessend in ein Betäubungsbad gegeben, das mit ca. 1 ml Nelkenöl plus 9 ml Ethanol pro 30 l Wasser versetzt wurde. In dieser Lösung verbleiben die Fische bis zum Narkosestadium 5 (nach Summerfelt & Smith 1990). Anschliessend sind die Fische ruhiggestellt und lassen sich ohne erhöhtes Verletzungsrisiko behändigen. Die Fische werden auf die Art bestimmt, vermessen (Totallänge) und gewogen. Anschliessend wird mit einem scharfen Skalpell ein ca. 5 mm langer Schnitt in die Bauchhöhle des Fisches gemacht. Dieser erfolgt zwischen Brust- und Bauchflossen bzw. zwischen Bauchflossen und After, je nach Art. In diesen kleinen Schnitt wird ein PIT-Tag vorsichtig eingeführt. Danach werden die Fische in ein mit Sauerstoff belüftetes Becken gegeben, zum Aufwachen aus der Narkose. Nachdem sich die Fische für etwa eine Stunde erholen konnten, sind sie bereit für den Aussatz ins Gewässer.

3.5 Bewilligungen

Markierungen mittels PIT-Tagging benötigen eine Bewilligung der kantonalen Verwaltungen (kantonales Veterinäramt sowie Jagd- und Fischerei). Diese Bewilligung ist frühzeitig (zirka 6 Monate vor Markierungsbeginn) durch eine Person mit entsprechender Ausbildung (Versuchstierleiter/in) einzuholen. Die genannten kantonalen Verwaltungen der drei beteiligten Kantone (BL, BS, SO) sind einzubeziehen. Im Weiteren sind für die Befischungen und den Fang der Fische Bewilligungen der zuständigen kantonalen Fischereiverwaltung nötig.



4 Zeitlicher Ablauf des Monitorings

4.1 Empfehlungen zum Ablauf

Um keine Daten zu verlieren und den grössten Informationsgewinn aus dem Monitoring zu erhalten, sollten zwei Empfehlungen zum generellen Vorgehen berücksichtigt werden. Zum einen wird empfohlen die RFID-Anlagen zunächst an allen Standorten zu installieren und in Betrieb zu nehmen, bevor mit den ersten Markierungen begonnen wird. Zum anderen sollten die zu markierenden Fische möglichst zeitnah an allen Standorten gefangen und markiert werden. Dadurch soll verhindert werden, dass markierte Fische bei den Befischungen gefangen werden und zum anderen, dass sich das Projekt zu lange hinzieht. Empfehlenswert wäre daher auch eine ein- bis zweiwöchige Befischungskampagne, bei denen Material (E-Fanggerät, Boot, Markierzubehör und Transportmöglichkeiten, etc.) und Personal vor Ort sind und effizient arbeiten können.

4.2 Wandermotivation der Fische und Monitoringsdauer

Generell wird durch die Translokation der markierten Fische eine erhöhte Motivation zur Rückkehr an den ursprünglichen Standort (Microhoming) unterstellt. Daneben gibt es jedoch auch saisonal unterschiedliche Wanderperioden einzelner Fischarten, die ebenfalls im Rahmen dieses Monitorings genutzt werden können und sollten. So konnte bisher an anderen Gewässern eine erhöhte Wanderaktivität der rheophilen Cypriniden in den Monaten April, Mai und Juni festgestellt werden. Im Herbst existieren dann nochmal grosse Wanderperioden, an denen zum Beispiel viele Lauben wandern. Ausserdem ist an der Birs auch mit der Laichwanderung der Forellen zu rechnen, die im Herbst/Winteranfang (Oktober-Dezember) laichen. Im Frühjahr ist auch mit einer höheren Aktivität der Äschen zu rechnen, die meist im März/April laichen. Insgesamt finden zwar über das ganze Jahr hinweg diverse Wanderungen statt, doch für einzelne Arten konzentrieren diese sich besonders auf bestimmte Zeitpunkte im Jahr. Daher wird es als äusserst sinnvoll erachtet das Monitoring über den Zeitraum von mindestens einem Jahr durchzuführen. Es sollte dabei darauf geachtet werden, dass es ein Jahr ab dem Abschluss aller Markierarbeiten ist. Die RFID-Anlagen lassen sich ohne Probleme über diesen Zeitraum hinaus betreiben, regelmässige kleinere Wartungsarbeiten vorausgesetzt.

4.3 Synergien nutzen

Sobald alle Markierungen abgeschlossen sind, besteht ein grosser Pool an markierten Fischen in der Birs. Die Bewegungen der Fische werden nicht mehr nur einzelne Hindernisse betreffen, sondern über mehrere Kraftwerke hinaus stattfinden. Insgesamt wird somit die Durchgängigkeit der Birs als Ganzes ebenfalls untersucht. Somit liessen sich unter Umständen Defizite in manchen Bereichen der Birs oder an manchen FAH oder Fischabstiegshilfen feststellen. Hier könnten im Folgenden dann gezielte Untersuchungen folgen, um diese Defizite zu beheben. Zudem ergeben sich durch die erhöhte Anzahl an Fischen im System auch mehr Detektionen auf den Antennen, das heisst an vielen Standorten können wohlmöglich mehr Fische detektiert werden, als explizit dort ausgesetzt wurden. Dies erhöht natürlich den Stichprobenumfang bzw. die Anzahl an Versuchstieren.



5 Datenauswertung

Die Datenauswertung muss automatisiert erfolgen. Es sind mehrere Tausend bis Millionen Einträge auf den Dataloggern der RFID-Anlagen zu erwarten. Hier muss mit einer entsprechenden Software (zum Beispiel dem Statistikpaket R) gearbeitet werden. Von Hand lassen sich die Daten bei einem Projekt dieser Grösse nicht mehr auswerten.

Die Auswertung erfolgt hinsichtlich der unter 2.3 und 2.5 aufgeführten Parameter. Anschliessend erfolgt eine Beurteilung jeder einzelnen FAH (s. 5.1 und 5.2). Schliesslich können anhand der erhobenen Daten auch die einzelnen Anlagen an der Birs untereinander verglichen werden. Zudem können am Ende Multi-Passagen, das heisst Passagen über mehrere Hindernisse (in beide Richtungen) analysiert werden. Die Auswertung und Interpretation der erhobenen Daten sollte unbedingt durch eine erfahrene Fachperson (Fischökologe/Fischökologin) erfolgen.

5.1 Beurteilung der FAH

Da die Motivation der Fische zum Wiederaufstieg nach der Translokation individuell und je nach Standort unterschiedlich sein kann, bedarf es auch bei einem Monitoring mit PIT-Tagging einer vorsichtigen Interpretation der Resultate. Hier muss bisher auf Erfahrungswerte aus anderen Projekten zurückgegriffen werden. Generell ist bei einem Gewässer der Grössenordnung der Birs damit zu rechnen, dass in etwa 30 bis 50 % der markierten Fische innerhalb eines Jahres wieder detektiert werden können. Generell sind die gesammelten Daten für alle nachfolgend genannten Parameter auf **Grössen-** und **Artenselektivität** hin zu überprüfen. Sollten an einem der folgenden Punkte diesbezüglich erhebliche Defizite deutlich werden, so hat man bereits einen Hinweis, an welcher Stelle Nachbesserungen notwendig sein könnten.

5.1.1 Auffindbarkeit - Attraktionseffizienz

Bei einer Wiederdetektionsrate von 30 bis 50 % über alle Fischarten an der untersten Antenne kann nach unseren bisherigen Erfahrungen von einer guten Auffindbarkeit einer FAH ausgegangen werden. Für sohlorientierte kleine Fische wie Groppen und Schmerlen ist mit einer deutlich niedrigeren Auffindbarkeit zu rechnen. Dies liegt jedoch auch an der geringeren Wiederdetektionsrate dieser Arten. Wie unter 2.3 beschrieben, kann die tatsächliche Auffindbarkeit nicht mit PIT-Tagging erhoben werden, da nicht klar ist, wie viele Fische sich tatsächlich dem Hindernis nähern, um nach einem Aufstieg zu suchen.

5.1.2 Einstiegseffizienz

Von den Fischen, welche den Einstieg in die Fischtreppe finden, sollte der Grossteil auch in die Fischtreppe einsteigen. Hier ist bei einer sehr guten Funktionsfähigkeit des Einstiegs mit 80 bis 90 % aller Fischarten und Grössenklassen zu rechnen. Das ergibt eine gesamte Einstiegseffizienz von $30 * 0.8 = 24 \%$ resp. $50 * 0.9 = 45 \%$.

5.1.3 Passierbarkeit - Passageeffizienz

Es ist schwierig zu beurteilen, ob Fische einen vermeintlichen Aufstieg in einer FAH abbrechen, oder ob sie bewusst umkehren, z.B. weil sie eine FAH zeitweise als Lebensraum nutzen. Bei den translozierten Fischen gehen wir davon aus, dass ein Grossteil den Aufstieg versucht und nicht die FAH als Habitat nutzt. Auch für die Passageeffizienz sind bei einer guten Passierbarkeit der Anlage 80 bis 90 % der eingestiegenen Fische zu erwarten. Insgesamt sollte der Anteil an ausgesetzten Fischen mindestens 19.2 % (30% (noch gute Auffindbarkeit) $* 0.8$ (noch gute Einstiegsrate) $* 0.8$ (noch gute Passierbarkeit)) liegen. Im Idealfall wären es etwa 40.5 % ($50 \% * 0.9 * 0.9$) der ausgesetzten Fische, die erfolgreich die FAH passieren.



5.1.4 Passagedauer

Die Passage der FAH sollte generell nicht unnötig lange verzögert werden. Allerdings kann diese individuell unterschiedlich sein und allein die Translokation der Fische ist kein Garant dafür, dass die Fische die FAH so schnell wie möglich passieren wollen. Hier muss für jede FAH ein Vergleich zwischen den Grössenklassen und den Fischarten gemacht werden. Sollten sich spezielle Tendenzen herauskristallisieren, so muss nach den Ursachen dafür gesucht werden. Ein Vergleich der Anlagen untereinander bezüglich der Passagedauer unter Berücksichtigung der jeweiligen FAH Länge, könnte standortspezifische Defizite aufzeigen.

5.2 Beurteilung des Fischabstiegs

Der Fischabstieg erfolgt an den meisten Standorten über verschiedene Routen. Diese sind z.B. der Bypass, die Turbine, die FAH, die Dotierrinne und das Wehr. Eine quantitative Auswertung des Fischabstiegs ist generell nicht möglich, da nicht alle Fische erfasst werden können. Es wird wie beim Fischaufstieg nur von einer hohen Abstiegs motivation der Fische durch die Translokation ausgegangen. Die erhobenen Daten geben daher nur einen halbquantitativen Überblick über die Benutzung des Fischabstiegs und der FAH als Abstiegsroute. Es kann der Anteil an ausgesetzten Fischen für jede Art und Grössenklasse bestimmt werden. Bisher liegen kaum Erfahrungen vor, unter welchen Kriterien ein Fischabstieg mittels RFID zu beurteilen ist. Bis in einigen Jahren werden aber Beurteilungen möglich sein, da zusätzliche Studien zur Verfügung stehen werden.

5.2.1 Benutzung des Bypasses

Die Arten und Grössenzusammensetzung der Fische, die beim Abstieg über den Bypass registriert werden, sollten in einem ausgewogenen Verhältnis zu den ausgesetzten Fischen stehen. Werden Abweichungen festgestellt, gilt es die Ursachen zu finden und zu evaluieren, ob es sich um Defizite in der Funktionsfähigkeit der Abstiegsanlage handelt, oder um eine fehlende Motivation der Fische zur Abwanderung. Ein Vergleich zwischen den Standorten kann Aufschluss darüber geben, ob solche Abweichungen standortspezifisch sind.

5.2.2 Benutzung der FAH als Abstiegsroute

Die FAH steht in der Funktion als Abwanderungskorridor eigentlich nicht im Fokus der Sanierungsmassnahmen. Die Benutzung der FAH als Abstiegsroute kann je nach Standort zur Beurteilung des Bypasses herangezogen werden.



6 Detailbetrachtung der einzelnen Kraftwerksstandorte

6.1 KW Juramill, Laufen BL – ADEV Wasserkraftwerk AG

Für die Sanierung des Kraftwerks Juramill im Rahmen der Sanierung Wasserkraft gemäss revidiertem Gewässerschutzgesetz GSchG müssen am Kraftwerk sowohl eine verbesserte, lachsgängige Fischaufstiegshilfe als auch ein Fischabstieg erstellt werden. Im Weiteren ist der Fischschutz zu verbessern und gemäss dem neusten Stand der Technik vorzugehen. Als Bestvariante für den Fischaufstieg wird ein Umgehungsgerinne als Raugerinne-Beckenpass vorgeschlagen (Entegra AG (2017), persönliche Auskunft A. Appenzeller). Beim Fischabstieg wurde die Variante Horizontalrechen vor Kraftwerksbucht ausgewählt. Diese beiden Bestvarianten werden in diesem Konzept berücksichtigt.



Abbildung 4: Luftaufnahme des Kraftwerks Juramill Laufen. Das Umgehungsgerinne befindet sich rechts auf dem Bild und verläuft entlang des Bewuchses. Foto vom 7.6.2018.

6.1.1 Antennenstandorte und -typen

Es sind insgesamt 4 Antennen vorzusehen, davon 2 am Einstieg in das Umgehungsgerinne, eine am oberen Ende des Gerinnes und eine Antenne für den Abstieg (vgl. Abbildung 5). Die drei Antennen im Raugerinne-Beckenpass sind als Durchschwimmantennen zu gestalten, der Aufbau entspricht grundsätzlich dem in Absatz 2.4 beschriebenen. Es ist eine Beckenbreite von 2.3 m vorgesehen, welche sich sehr gut mit einer Antenne abdecken lässt. Das Umgehungsgerinne wird mit 200 l/s dotiert, zusätzlich



wird es durch das einmündende Tschabrunnenbächlein gespeist. Es ist nicht bekannt, ob die aufsteigenden Fische in dieses Seitengewässer einwandern. Diese Situation ist speziell zu berücksichtigen und unter Umständen muss hier eine zusätzliche Antenne eingebaut werden.

Für die Erfassung des Fischabstiegs wird eine Antenne vorgesehen. Diese Antenne soll am unteren Ende des Bypasskanals installiert werden. Eventuell könnte die Installation während des Betriebs des KW schwierig sein, da die Wassermenge des Bypasskanals vermutlich nicht gedrosselt werden kann. Hier empfiehlt es sich bereits beim Bau des Bypasskanals schon an die RFID-Antennen zu denken und entsprechende Vorkehrungen für Befestigungen zu treffen oder besser diese schon direkt zu integrieren. Eine Durchschwimm-Antenne wäre wünschenswert. Sollte es aber Probleme mit Verklausungen und Geschwemmselrückhalt geben, ist die Antenne als Überschwimm-Antenne zu konstruieren. An 75 Tagen pro Jahr herrscht Wehrüberfall und viele Fische werden an diesen Tagen ins Unterwasser abwandern. Am Standort Juramill kann daher nur eine halbquantitative Beurteilung des Abstieges über den Bypass erfolgen. Was zur Zeit der Wehröffnungen absteigt, wird nicht erfasst.

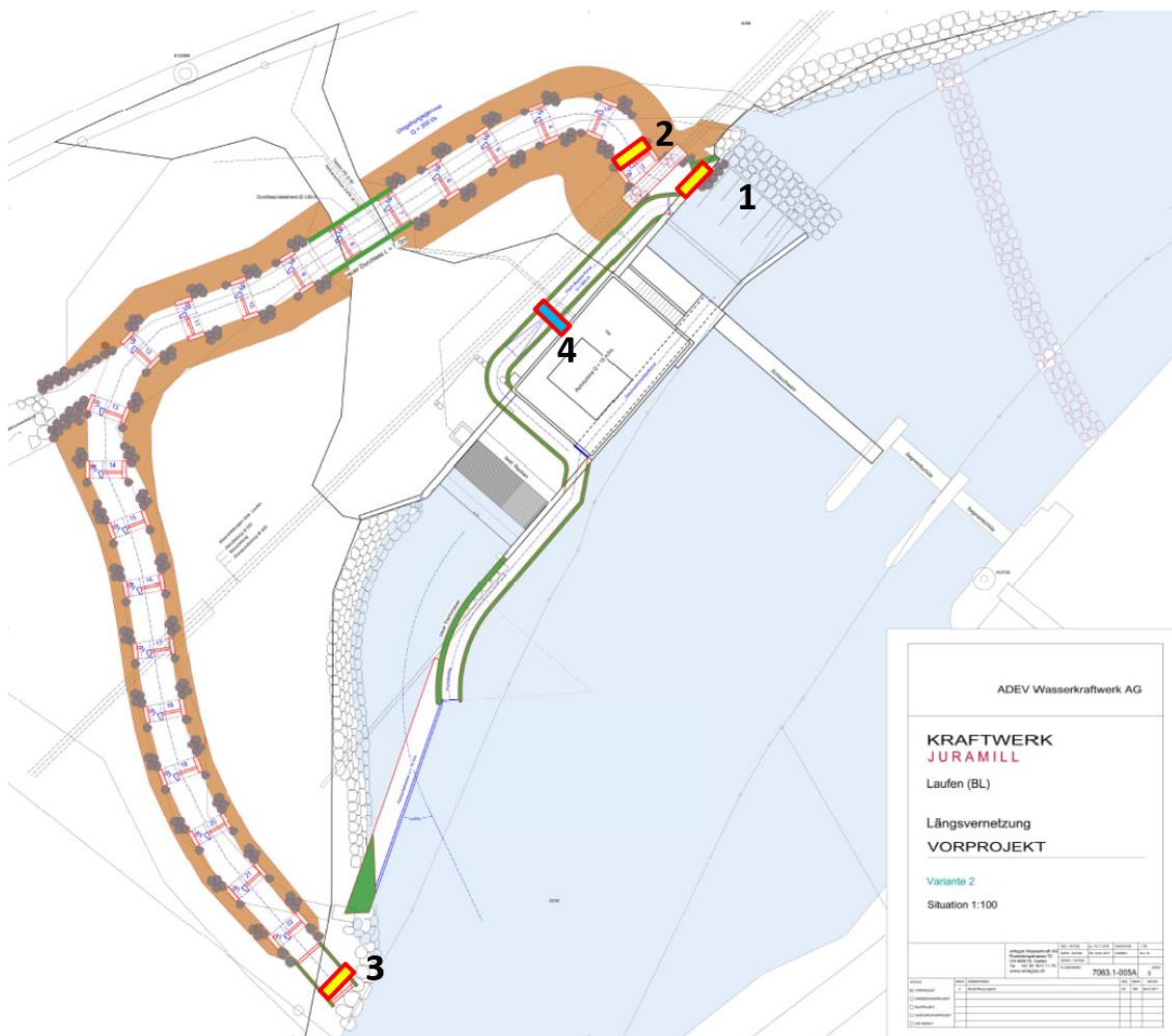


Abbildung 5: KW Juramill. Die Abbildung stellt die Variante 2 des Technischen Berichts der Entegra AG (2017) dar. Ein-gezeichnet sind die vorgeschlagenen Antennenstandorte für den Fischeaufstieg (rot-gelbe Balken, 1-3) und den Fischabstieg (blau-rote Balken, 4).



6.1.2 Erhobene Parameter und Beurteilung

Zur Beurteilung des Fischeaufstiegs am Standort KW Juramill Laufen können im Raugerinne-Beckenpass alle unter 2.3 aufgeführten Parameter erhoben werden:

- Attraktionseffizienz (vereinfacht)
- Einstiegseffizienz
- Passageeffizienz
- Passagedauer

Für den Fischabstieg können folgende Parameter zu Beurteilung heranbezogen werden:

- Benutzung des Bypasses (halbquantitativ)
- Abstieg über die FAH

6.1.3 Fischfang

Die Fische werden an diesem Standort standardmässig oberhalb des Kraftwerks elektrisch gefischt und für die Aufstiegsversuche ins Unterwasser transferiert. Für den Fischabstieg wird unterhalb des Kraftwerks gefischt. Die Befischungstrecken müssen nach den Bedingungen vor Ort (Abfluss, Zugang und Watbarkeit) ausgewählt werden. Eine konkrete Empfehlung kann daher in diesem Konzept nicht gemacht werden.

6.1.4 Anzahl zu markierender Fische und Artenspektrum

Das Zielartenspektrum entspricht im Wesentlichen dem unter 3.1 aufgeführten. An diesem Standort, der der Äschenregion zuzuschreiben ist, kann vor allem mit folgenden Arten in abnehmender Dichte gerechnet werden (Amiet 2005, 2015):

- Bachforelle (häufig)
- Groppe (häufig)
- Elritze (häufig)
- Schmerle (mittel bis selten)
- Barbe(selten)
- Ggf. diverse andere Arten (selten)

Egloff (2012) stellte zusätzlich bei mehreren Abfischungen im Umgehungsgerinne des Kraftwerks Juramill folgende Arten fest:

- Häufiges Vorkommen: Bachforelle, Groppe, Schmerle, Elritze
- Geringe Dichten: Bachneunauge, Äsche, Alet, Rotaugen, Gründling

Mit diesen Angaben lassen sich folgende Zielarten auswählen:

Äsche, Alet, Barbe, Elritze, Forelle (Bachforelle/Flussforelle), Groppe, Lachs, Schmerle

Es ist davon auszugehen, dass zum Erreichen einer angemessenen Anzahl an markierbaren Fischen mindestens jeweils 200-300 m Fliessstrecke gefischt werden müssen. Vermutlich wird von den Arten mit mittlerer bis geringer Häufigkeit trotz erheblichen Aufwands nicht die Vorgabe von 150 (vgl. 3.2.1 und 3.3.1) zu markierender Individuen erreicht. Das gleiche gilt für Groppen und Schmerlen, von denen nur grosse Individuen markiert werden können. Es wird daher empfohlen ca. 300 m elektrisch zu befischen und alle gefangenen und markierfähigen Individuen zu markieren, auch wenn dies vermutlich einem hohen Anteil an Bachforellen entsprechen wird. Nicht aufgeführte Arten sollten ebenfalls markiert werden, auch wenn es sich nur um Einzelexemplare handeln sollte. Insgesamt ist an diesem Standort unter dem gegebenen Fangaufwand für den Aufstieg und den Abstieg zusammen mit ca.



1'000 markierbaren Fischen zu rechnen. Da das KW Joramill das oberste KW in der Kette von acht Kraftwerke mit Wirkungskontrolle ist, wird empfohlen, zirka 65 % der zu markierenden Fische aus dem Unterwasser zu entnehmen und im Staubereich auszusetzen. Somit ist eine grössere Anzahl abwandernder markierter Fische gewährleistet.

6.1.5 Fischeinsatz

Die Fische werden für die Aufstiegsversuche an diesem Standort standardmässig 150 m unterhalb der FAH-Mündung ausgesetzt (CH1903+ / LV95: 2'604'277, 1'251'114). Für die Abstiegsversuche standardmässig 150 m stromaufwärts des Kraftwerkes (CH1903+ / LV95: 2'604'010, 1'250'927).



6.2 KW Wasserfall Laufen – Birseck Hydro AG

Für die Sanierung des Kraftwerks Laufen im Rahmen der Konzessionsverlängerung, wurde ein Schlitzpass auf der orografisch rechten Seite als Bestvariante für eine Fischaufstiegshilfe genannt (Energiebüro AG 2017a). Als Bestvariante für den Fischabstieg wurde in derselben Machbarkeitsstudie ein Horizontalrechen mit maximal 15 mm Stababstand gewählt. Die Fische sollen über eine kleine Rinne im Wehrkörper in den Wehrkolk geleitet werden (Bypasssystem). Beide Bestvarianten werden in diesem Konzept berücksichtigt.



Abbildung 6: Luftbild des KW Wasserfall Laufen. Foto vom 7.6.2018.

6.2.1 Antennenstandorte und -typen

Die Antennenstandorte sind in Abbildung 7 grob skizziert. Es sind insgesamt 4 Antennen vorzusehen, davon 2 am Einstieg in den Schlitzpass, eine am oberen Ende des Schlitzpasses und eine Antenne für den Abstieg. Die drei Antennen im Schlitzpass sind als Durchschwimmantennen zu gestalten, der Aufbau entspricht grundsätzlich dem in Absatz 2.4 beschriebenen. Die alte Fischaufstiegshilfe wird stillgelegt und bleibt als Wanderkorridor für den Biber erhalten (Stellungnahme Kanton Basel-Landschaft vom 21.09.2018), hier sind daher keine Antennen nötig. Die Antenne für den Abstieg könnte nach den bisherigen Plänen während des Betriebs des KW schwierig zu installieren sein, da die Wassermenge in der Abstiegsrinne vermutlich nicht gedrosselt werden kann. Modifikationen am Wehrkörper müssten ausserdem im Vorfeld genauestens abgeklärt werden. Hier empfiehlt es sich deshalb ausnahmsweise bereits beim Bau der Abstiegsrinne schon an die RFID-Antennen zu denken und entsprechende Vorkehrungen für Befestigungen zu treffen oder besser diese eventuell schon zu integrieren. Eine Durchschwimm-Antenne könnte an diesem Standort Probleme mit einer Verlegung durch Schwemmgut bekommen und dadurch beschädigt werden. Daher sollte unter Berücksichtigung der Wassertiefe der



Bypassrinne eine Überschwimm-Antenne in Erwägung gezogen werden. Wegen des permanenten Wehrüberfalls bzw. des erwünschten Wasserfalleffekts werden möglicherweise nicht alle Fische über die Rinne absteigen. An diesem Standort kann daher erstrebt nur eine halbquantitative Beurteilung des Abstiegsystems und der Abstiegsrinne erfolgen. Dies bedeutet, dass nur die Passage für verschiedene Arten- und Grössenklassen nachgewiesen werden kann, nicht aber der Umfang der Nutzung des Abstiegs.



Abbildung 7: KW Wasserfall Laufen. Eingezeichnet sind die Bestvarianten für den Fischauf- und -abstieg nach der Machbarkeitsanalyse der Energiebüro AG (2017a) aus der auch die Abbildung übernommen wurde. Eingezeichnet sind die ungefähren Antennenstandorte für den Aufstieg (rot-gelbe Balken, 1-3) und die Antenne für den Abstieg (rot-blauer Balken, 4). Genauere technische Pläne standen zum Zeitpunkt des Erstellens dieses Konzeptes nicht zur Verfügung.



Abbildung 8: Blick am KW Wasserfall Laufen in Richtung Unterwasser mit teilweise watbaren Streckenabschnitten (links) und Oberwasser (rechts), welches nur mit einem Boot befischbar ist. Fotos vom 7.6.2018.



6.2.2 Erhobene Parameter und Beurteilung

Zur Beurteilung des Fischeaufstiegs am Standort KW Wasserfall Laufen können im Schlitzpass alle unter 2.3 aufgeführten Parameter erhoben werden:

- Attraktionseffizienz (vereinfacht)
- Einstiegseffizienz
- Passageeffizienz
- Passagedauer

Für den Fischabstieg können folgende Parameter zu Beurteilung herangezogen werden:

- Benutzung des Bypasses (halbquantitativ)
- Abstieg über die FAH

Der Fischabstieg über das Wehr bzw. den Wasserfall und der Abstieg nach einer Rechen- und Turbinenpassage sind nur indirekt über Detektionen auf den Antennen der FAH oder Antennen der nachfolgenden Kraftwerke möglich.

6.2.3 Fischfang

Die Fische werden an diesem Standort standardmässig oberhalb des Wasserfalls elektrisch gefischt und für die Aufstiegsversuche ins Unterwasser transferiert. Für den Fischabstieg wird unterhalb des Wasserfalls Laufen gefischt. Die Befischungstrecken müssen nach den Bedingungen vor Ort (Abfluss, Zugang und Watbarkeit) ausgewählt werden. Eine konkrete Empfehlung kann daher in diesem Konzept nicht gemacht werden.

6.2.4 Anzahl zu markierender Fische und Artenspektrum

Das Zielartenspektrum entspricht im Wesentlichen dem unter 3.1 aufgeführten. An diesem Standort, der der Äschenregion zuzuschreiben ist, kann vor allem mit folgenden Arten in abnehmender Dichte gerechnet werden (Amiet 2005, 2015):

- Bachforellen (häufig)
- Groppen (häufig)
- Elritze (häufig)
- Schmerle (mittel bis selten)
- Äsche (mittel bis selten)
- Barbe (selten)
- Ggf. diverse andere Arten (selten)

Es ist davon auszugehen, dass zum Erreichen einer angemessenen Anzahl an Fischen zum Markieren mindestens jeweils 200-300 m Fliessstrecke gefischt werden müssen. Vermutlich wird von den Arten mit mittlerer bis geringer Häufigkeit trotz erheblichen Aufwands nicht die Vorgabe von 150 (vgl. 3.2.1 und 3.3.1) zu markierender Individuen erreicht werden können. Das gleiche gilt für Groppen und Schmerlen, von denen nur grosse Individuen markierbar sind. Es wird daher empfohlen ca. 300 m elektrisch zu befischen und alle gefangenen und markierfähigen Individuen zu markieren, auch wenn dies vermutlich einen hohen Anteil an Bachforellen entsprechen wird. Nicht aufgeführte Arten sollten ebenfalls markiert werden, auch wenn es sich nur um Einzelexemplare handeln sollte. Insgesamt ist an diesem Standort unter dem gegebenen Fangaufwand für den Aufstieg und den Abstieg zusammen mit ca. 600-1'000 markierbaren Fischen zu rechnen.



6.2.5 Fischaussatz

Die Fische werden für die Aufstiegsversuche an diesem Standort standardmässig 150 m unterhalb der FAH-Mündung ausgesetzt (CH1903+ / LV95: 2'604'770.5, 1'252'273.9). Für die Abstiegsversuche standardmässig 150 m stromaufwärts der FAH-Mündung des KW Wasserfall Laufen (CH1903+ / LV95: 2'604'618.8, 1'251'976.5).



6.3 KW Obermatt Zwingen – Genossenschaft Elektra Baselland (EBL)

Das Kraftwerk Obermatt bei Zwingen ist ein Ausleitungskraftwerk, dessen Konzession erneuert werden soll, da sie am 17. Februar 2016 auslaufen wird. Zur Sanierung der Fischgängigkeit wurde beschlossen am Kraftwerk eine FAH auf der orographisch rechten Seite der Birs in Form eines Schlitzpasses zu bauen. Der Abstieg am Kraftwerk soll über einen Horizontalrechen mit 15 mm Stababstand und einen Bypass mit Oberflächen und Grundöffnung realisiert werden. Insgesamt wird der Bypass mit 480 l/s



Abbildung 9: Oben: Luftaufnahme des Ausleitungswehres des KW Obermatt Zwingen mit Borstenfischpass am oberen Bildrand. Unten: Luftaufnahme des KW Obermatt Zwingen. Die Watbarkeit ist im Staubereich des Ausleitungswehres und in der Ausleitungsstrecke schwierig. Die unterwasserseitige Ausleitungsstrecke scheint hingegen teilweise watbar. Fotos vom 7.6.2018.



dotiert (AquaPlus AG 2015). Am Ausleitungswehr besteht ein 2005 gebauter Borstenfischpass, dessen Funktionsfähigkeit für grosse Fische als eingeschränkt gilt. Insgesamt stehen den Fischen daher zwei Aufwanderungskorridore und mehrere mögliche Abstiegswege zur Verfügung.

6.3.1 Antennenstandorte und -typen

Am Standort KW Obermatt Zwingen sind insgesamt 4 RFID Antennen zu installieren. Davon kommen drei in den Schlitzpass, zwei kurz hintereinander am Einstieg im Unterwasser (Antennen 1 und 2) (vgl. Abbildung 10) und eine am Ausstieg aus dem Fischpass zum Oberwasser (Antenne 3). Für den Abstieg ist an diesem Standort nur eine Antenne im Bypass (Antenne 4) vorgesehen. Alle Antennen sind aufgrund der besseren Leserate, als Durchschwimm-Antennen zu gestalten. Der Fischaufstieg kann prinzipiell auch über die Restwasserstrecke und den Borstenfischpass am Ausleitungswehr stattfinden. Um genau abzuklären, inwiefern welche der zwei Aufstiegsrouten benutzt wird, sind am Borstenfischpass ebenfalls RFID – Antennen nötig. Nach AquaPlus AG (2015) (S.7, 3.2) ist es vorgesehen, die Benutzung der Restwasserstrecke als Wanderkorridor für grosse Fische zu monitoren. Es wird daher vorgeschlagen, hier ebenfalls ein Setup aus 3 Antennen im Borstenfischpass, wie unter 2.4 beschrieben, zu installieren. Dies bedeutet eine Antenne am Einstieg in den Borstenfischpass, eine weitere Antenne kurz danach und eine dritte Antenne am Ausstieg in das Oberwasser (vgl. Abbildung 11). Damit könnte die Benutzung der Restwasserstrecke als Wanderkorridor für den Fischaufstieg im Verhältnis zum Aufstieg über das Kraftwerk beurteilt werden und zugleich würde eine neue Evaluation des Borstenfischpasses mittels RFID stattfinden. Insgesamt liessen sich daraus Schlüsse zum Bedarf der Sanierung des Fischpasses am Ausleitungswehr ziehen. Für den Fischaufstieg ergeben sich somit 6 Antennen am KW Obermatt Zwingen und am zugehörigen Ausleitungswehr. Für den Fischabstieg kann am Kraftwerk davon ausgegangen werden, dass die meisten Fische über den Bypass absteigen, da hier sonst nur die Rechen- und anschliessende Turbinenpassage möglich wäre. Hier lässt sich halbquantitativ beurteilen, welche Fischarten und Grössenklassen den Bypass benutzen. Am Ausleitungswehr ist eine Durchschwimm-Antenne für den Fischabstieg in der Dotierwasserrinne zu positionieren, damit der Fischabstieg über diese Öffnung erfasst wird. Optional kann auch der Grundablass mit einer weiteren Antenne abgedeckt werden (vgl. Abbildung 11). Das Abspannen der gesamten Gewässerbreite in der Restwasserstrecke mit einer Antenne erfordert einen hohen Aufwand, besonders in der Wartung. Daher wird diese Option hier nicht weiter ausgeführt. Fische welche über das Ausleitungswehr absteigen, können deshalb mit diesem Setup nicht erfasst werden. Hingegen werden Abstiege über die FAH am Kraftwerk, als auch am Ausleitungswehr (Borstenfischpass), über die Antennen registriert.

6.3.2 Erhobene Parameter und Beurteilung

Zur Beurteilung des Fischaufstiegs am Standort KW Obermatt Zwingen können im Schlitzpass und im Borstenpass des Ausleitungswehres alle unter 2.3 aufgeführten Parameter erhoben werden:

- Attraktionseffizienz (vereinfacht)
- Einstiegseffizienz
- Passageeffizienz
- Passagedauer

Für den Fischabstieg können folgende Parameter zu Beurteilung am KW Obermatt Zwingen herangezogen werden:

- Benutzung des Bypasses (halbquantitativ)
- Abstieg über die FAH
- Abstieg über Dotierwasserrinne am Ausleitungswehr



Der Fischabstieg über das Ausleitungswehr und der Abstieg nach einer Rechen- und Turbinenpassage sind nur indirekt über Detektionen auf anderen Antennen möglich.

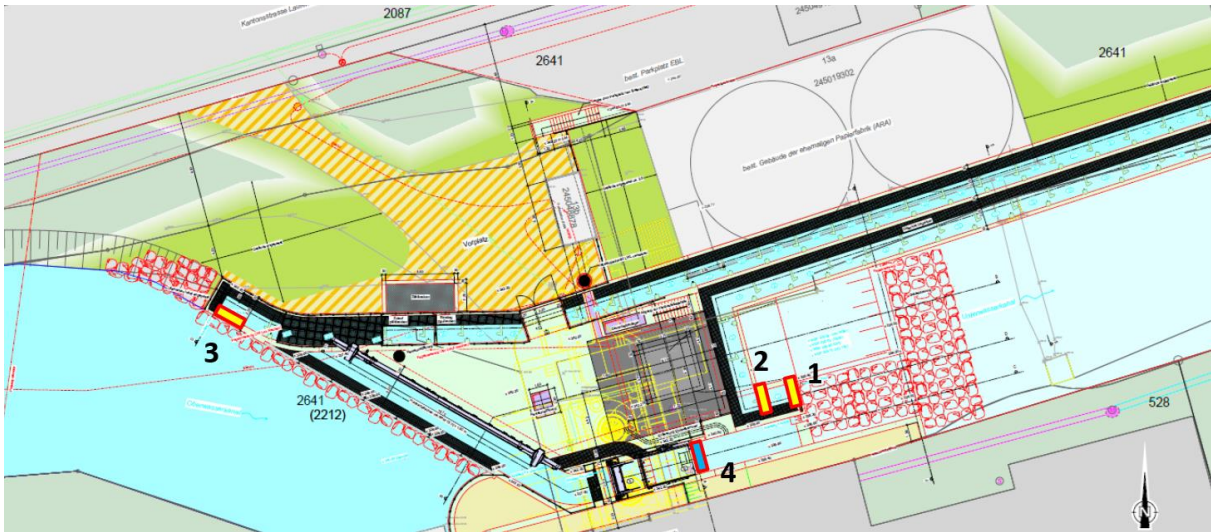


Abbildung 10: Antennenstandorte am KW Obermatt Zwingen für die Sanierung der Fischgängigkeit. Die technische Zeichnung stammt von der H-S Water Engineering AG und wurde modifiziert. Eingezeichnet sind die ungefähren Antennenstandorte für den Aufstieg (rot-gelbe Balken, 1-3) und die Antenne für den Abstieg (rot-blauer Balken, 4).

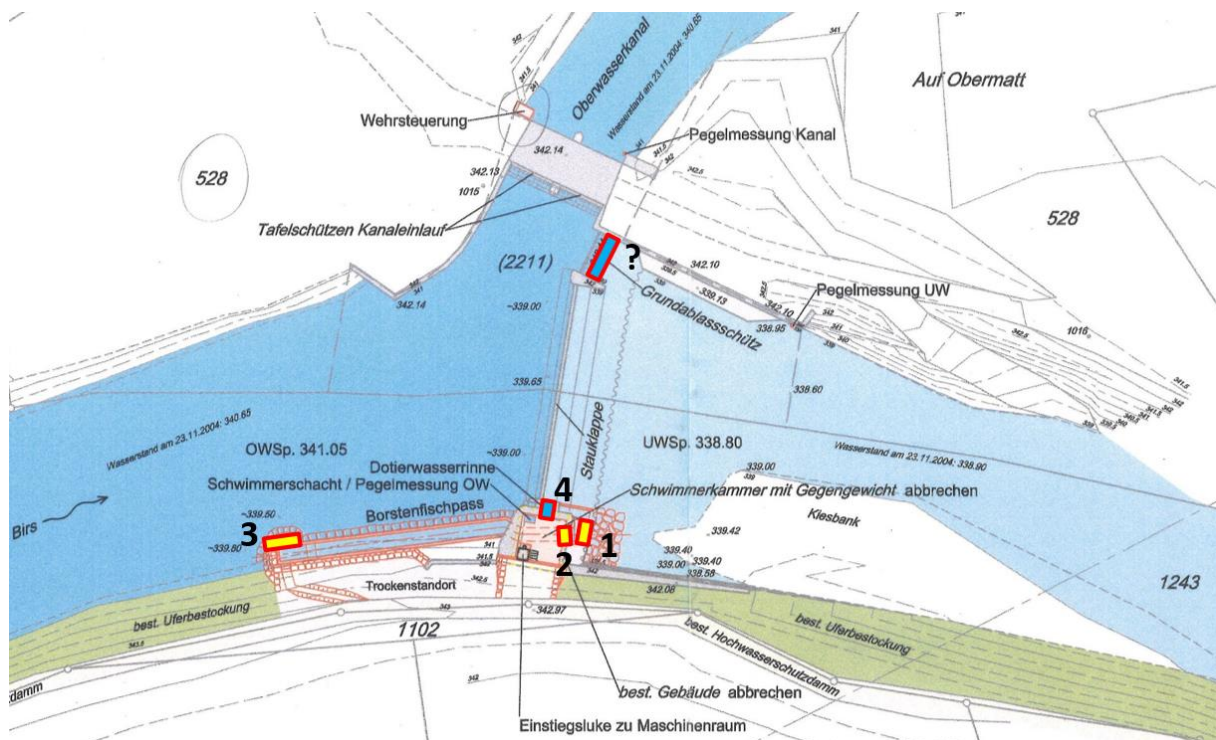


Abbildung 11: Antennenstandorte am Ausleitungswehr KW Obermatt Zwingen für die Sanierung der Fischgängigkeit (Situationsplan modifiziert nach Hydrosolar (2005)). Eingezeichnet sind die ungefähren Antennenstandorte für den Fischaufstieg (rot-gelbe Balken, 1-3) und die Antenne für den Abstieg (rot-blauer Balken, 4). Der Grundablass könnte ebenfalls mit einer RFID-Antenne abgedeckt werden, diese Antenne ist mit einem „?“ gekennzeichnet, da sie optional ist.



6.3.3 Fischfang

Die Fische werden standardmässig oberhalb des KW Obermatt elektrisch gefischt und für die Aufstiegsversuche ins Unterwasser transferiert. Vermutlich ist der Ausleitungskanal jedoch nur schwer befischbar. Für den Fischabstieg könnte unterhalb des KW Obermatt gefischt werden oder in der Restwasserstrecke unterhalb des Ausleitungswehres. Hier liegen vermutlich bessere Bedingungen für eine Befischung vor. Die Befischungstrecken müssen letztendlich aber nach den Begebenheiten vor Ort (Abfluss, Zugang und Watbarkeit) ausgewählt werden. Eine konkrete Empfehlung kann daher in diesem Konzept nicht gemacht werden.



Abbildung 12: Rechts: Flache Restwasserstrecke unterhalb des Ausleitungswehres des KW Obermatt Zwingen. Links: Tiefe schnell fließende Ausleitungsstrecke direkt am Ausleitungswehr.

6.3.4 Anzahl zu markierender Fische und Artenspektrum

Das Zielartenspektrum entspricht im Wesentlichen dem unter 3.1 aufgeführten. An diesem Standort, der der Äschenregion zuzuschreiben ist, kann vor allem mit folgenden Arten gerechnet werden (AquaPlus AG 2015) (die Häufigkeitsangaben sind abgeleitet aus Amiet (2015)):

- Elritze (häufig)
- Schmerle (häufig)
- Groppe (mittel bis häufig)
- Bachforelle (mittel)
- Barbe (selten bis häufig)
- Äsche (selten bis mittel)
- Strömer (selten bis mittel)
- Alet (selten)
- Gründling (selten)
- Aal (bisher nicht nachgewiesen)
- Schneider (bisher nicht nachgewiesen)

Die Arten Aal und Schneider konnten bisher noch nicht nachgewiesen werden, sollten aber sofern sie gefangen werden können auch markiert werden.



Es ist davon auszugehen, dass zum Erreichen einer angemessenen Anzahl an Fischen zum Markieren mindestens auch an diesem Standort jeweils 200-300 m Fließstrecke gefischt werden müssen. Vermutlich wird von den Arten mit mittlerer bis geringer Häufigkeit trotz erheblichen Aufwands nicht die Vorgabe von 150 (vgl. 3.2.1 und 3.3.1) zu markierender Individuen erreicht werden können. Das gleiche gilt für Groppen und Schmerlen, von denen nur grosse Individuen markiert werden können. Es wird daher empfohlen ca. 300 m elektrisch zu befischen und alle gefangenen und markierfähigen Individuen zu markieren. Nicht aufgeführte Arten sollten ebenfalls markiert werden, auch wenn es sich nur um Einzelexemplare handeln sollte. Dies betrifft besonders Aale und Schneider. Am KW Obermatt Zwingen scheinen besonders viele Elritzen vorzukommen. Es wird daher empfohlen von dieser Art mehr als die standardmässigen 150 Individuen zu markieren, 300 bis 400 Stück, je nach Verfügbarkeit. Ausserdem könnte es sich lohnen, gezielt nach Äschen und Barben zu fischen, da für diese Arten ebenfalls ca. 50 Individuen pro Art mit dem vorgeschlagenen Aufwand zu erreichen sein sollten. Insgesamt ist an diesem Standort unter dem gegebenen Fangaufwand für den Aufstieg und den Abstieg zusammen mit ca. 800-1'000 markierbaren Fischen zu rechnen, ein Grossteil davon werden vermutlich Elritzen sein.

6.3.5 Fischaussatz

Die Fische für den Fischaufstieg sollten 150 m unterhalb des Zusammenflusses der Restwasserstrecke mit der Ausleitungsstrecke ausgesetzt werden. Dadurch können die markierten Fische frei einen Aufstiegsweg wählen. Eine mögliche Aussatzposition wäre die folgende: CH1903+ / LV95: 2'606'845.0, 1'254'214.5. Der Fischaussatz für den Fischabstieg sollte möglichst in der Ausleitungsstrecke erfolgen, damit die Wahrscheinlichkeit für einen Abstieg über das Ausleitungswehr reduziert wird. Eine mögliche Aussatzposition wäre folgende: CH1903+ / LV95: 2'606'429.4, 1'253'816.5.



6.4 KW Nenzlingermatten – Birs Wasserkraft

Das bestehende Raugerinne am KW Nenzlingermatten muss saniert werden, weil die Anlage nicht hinreichend auf die Zielarten Lachs und Barbe ausgelegt ist und die Leitströmung am Einstieg als ungenügend eingestuft wird. Dazu ist im unteren Bereich der FAH, bis zur Mündung ins Unterwasser, ein Vertical-Slot-Pass vorgesehen. Im oberen Teil der FAH bleibt das Raugerinne bestehen. Die neue rechtsufrige Dotieröffnung und die neue Mündungsgestaltung und Position, sollen die Einstiegssituation der FAH verbessern.

Für den Fischabstieg ist durch den grossen Stababstand ($> 20\text{ mm}$) des Rechens kein ausreichender Fischschutz gewährleistet und ein Abstiegsbypass fehlt. Ausserdem fehlt ein Tosbecken für den verletzungsfreien Fischabstieg bei Wehrüberfall (HYDRO-SOLAR Water Engineering AG 2017a). Neu werden daher ein Horizontalrechen mit 15 mm Stababstand und anschliessendem Bypass gebaut, sowie die Tage mit Wehrüberfall reduziert, indem rechtsufrig eine neue Dotieröffnung geschaffen wird.



Abbildung 13: Oben: Luftbild des Ausleitungswehres am KW Nenzlingermatten. Unten das KW Nenzlingermatten, am Ende der Ausleitungsstrecke. Fotos vom 7.6.2018



6.4.1 Antennenstandorte und -typen

Die Antennenstandorte sind in Abbildung 14 auf der vorläufigen Planskizze angedeutet. Insgesamt werden an diesem Standort 5 RFID-Antennen benötigt, davon 3 für den Fischaufstieg und 2 für den Fischabstieg. Die drei Antennen in der FAH sind als Durchschwimmantennen zu gestalten, der Aufbau entspricht grundsätzlich dem in Absatz 2.4 beschriebenen. Dabei befindet sich Antenne 1 direkt am Einstieg in die FAH und Antenne 2 ein bis zwei Becken dahinter. Die dritte Antenne ist am Ausstieg aus der FAH anzubringen, sie registriert die aussteigenden Fische nach erfolgreichem Aufstieg über die FAH. Die Antenne 4 im Bypass nach dem Feinrechen sollte ebenfalls als Durchschwimm-Antenne gebaut werden. Hier muss die Antenne direkt unterhalb des abgelösten Strahls der Oberflächenöffnung am Regulierorgan liegen. Zum einen werden dadurch Probleme mit Treibgut reduziert und zum anderen bestünde bei der Montage der Antenne weiter unten die Gefahr, dass Fische von unten in den Bypass einschwimmen und zu falsch positiven Abstiegsdetektionen führen (vgl. Abbildung 15). Ähnlich gestaltet sich die Situation für die Antenne 5 in der Dotieröffnung auf der orographisch rechten Flussseite (vgl. Abbildung 16). Auch diese Antenne sollte unterhalb des abgelösten Strahls geführt werden und nach oben hin einen möglichst hohen Abstand zur Wasseroberfläche haben, um Beschädigungen durch Treibgut zu verhindern. Insgesamt sollte mit den Antennen 4 und 5, sowie den Antennen in der FAH ein Grossteil der abwandernden Fische erfassbar sein. An ca. 60 Tagen ist jedoch immer noch mit einem Wehrüberfall zu rechnen (HYDRO-SOLAR Water Engineering AG 2017a) und zu diesem Zeitpunkt abwandernde Fische können daher nicht quantitativ erfasst werden.

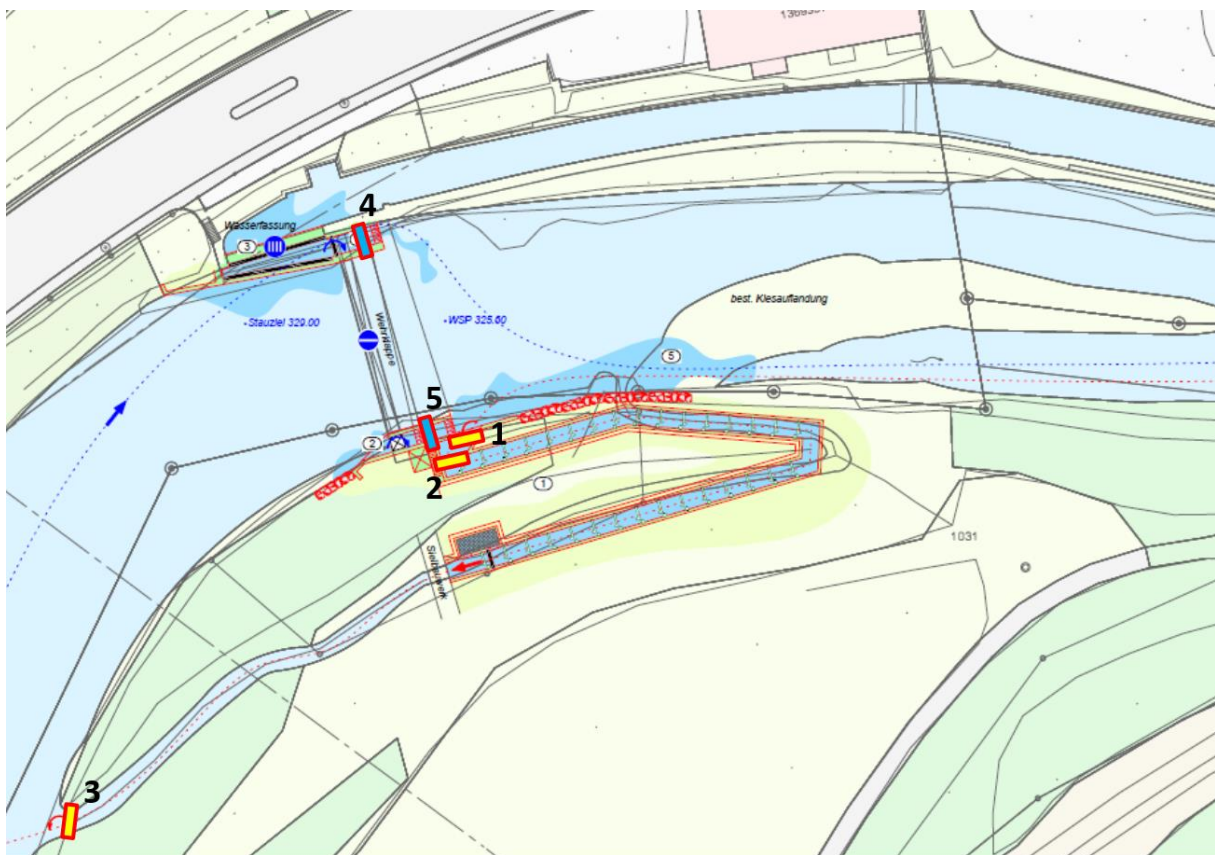


Abbildung 14: KW Nenzlingermatten. Planskizze der Variante 1 (Bestvariante) für den Fischaufstieg und Fischabstieg, verändert nach HYDRO-SOLAR Water Engineering AG (2017a). Eingezeichnet sind die ungefähren Antennenstandorte für den Aufstieg (rot-gelbe Balken, 1-3) und die Antennen für den Abstieg über den Bypass und die Dotieröffnung (rot-blaue Balken, 4 und 5).



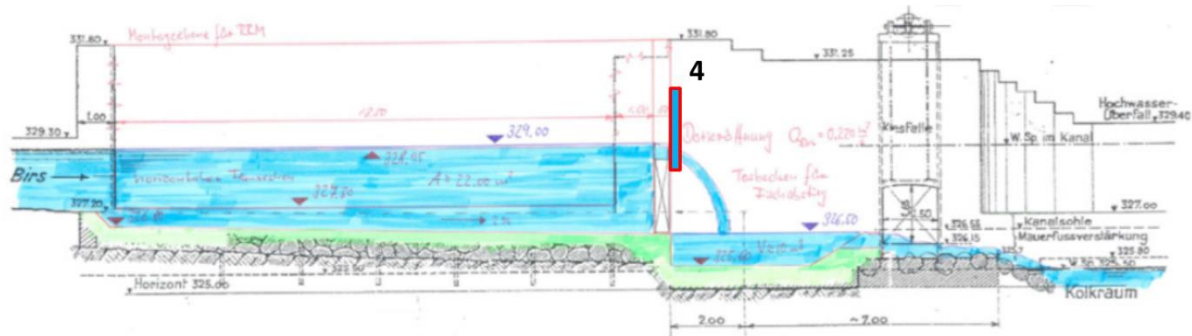


Abbildung 15: KW Nenzlingermatten. Seitenansicht der Bypass-Dotieröffnung auf der orographisch linken Seite der Birs unterhalb des Feinrechs, abgeändert nach HYDRO-SOLAR Water Engineering AG (2017a). Eingezeichnet ist eine mögliche Position der Antenne 4 für das Monitoring des Fischabstiegs über die Bypass-Dotieröffnung. Es ist darauf zu achten, dass möglichst wenig Potential besteht, dass sich Treibgut in der Antenne verfängt. Daher ist diese möglichst unterhalb des abgelösten Strahls des Regulierorgans zu positionieren. Ausserdem sollte darauf geachtet werden, dass sich der obere Teil der Antennenschleife so hoch wie möglich über dem Wasserspiegel befindet, damit sich darin nichts verfängt, was die Antenne beschädigen könnte.

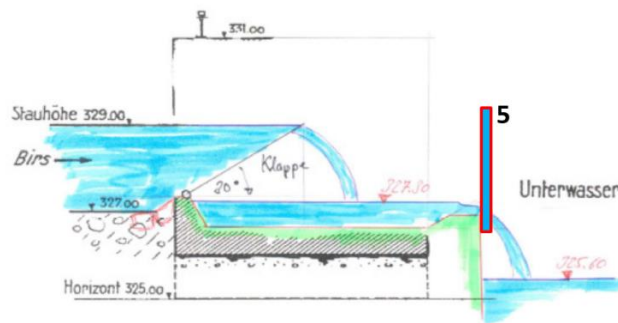


Abbildung 16: KW Nenzlingermatten. Seitenansicht der Dotieröffnung auf der orographisch rechten Seite der Birs, abgeändert nach HYDRO-SOLAR Water Engineering AG (2017a). Eingezeichnet ist eine mögliche Position der Antenne 5 für das Monitoring des Fischabstiegs über die Dotieröffnung. Es ist darauf zu achten, dass möglichst wenig Potential besteht, dass sich Treibgut in der Antenne verfängt. Daher ist diese möglichst unterhalb des abgelösten Strahls der unteren Kaskade zu befestigen. Ausserdem sollte darauf geachtet werden, dass sich der obere Teil der Antennenschleife so hoch wie möglich über dem Wasserspiegel befindet, damit sich darin nichts verfängt, was die Antenne beschädigen könnte.

6.4.2 Erhobene Parameter und Beurteilung

Zur Beurteilung des Fischaufstiegs am Standort KW Nenzlingermatten können in der FAH alle unter 2.3 aufgeführten Parameter erhoben werden:

- Attraktionseffizienz (vereinfacht)
- Einstiegseffizienz
- Passageeffizienz
- Passagedauer

Für den Fischabstieg können folgende Parameter zur Beurteilung am KW Nenzlingermatten herangezogen werden:

- Benutzung der Bypass-Dotieröffnung (orographisch linksufrig) (halbquantitativ)
- Benutzung der Dotieröffnung (orographisch rechtsufrig)
- Abstieg über die FAH



Der Fischabstieg über das Ausleitungswehr und der Abstieg nach einer Rechen- und Turbinenpassage sind nur indirekt über Detektionen auf den Antennen in den FAH oder an den anderen Kraftwerken möglich.



Abbildung 17: Links: Ausleitungswehr des KW Nenzlingermatten, im Staubereich kann nur vom Boot aus gefischt werden. Rechts: Direkt unterhalb der Wasserrückgabe am KW Nenzlingermatten sind die Bedingungen zum Waten ebenfalls schlecht. Einzig die kurze Restwasserstrecke kann hier so befischt werden.

6.4.3 Fischfang

Die Fische werden standardmässig oberhalb des KW Nenzlingermatten elektrisch gefischt und für die Aufstiegsversuche ins Unterwasser transferiert. Hierzu ist im Staubereich die Fischerei vom Boot aus am vielversprechendsten.

Für den Fischabstieg könnte unterhalb des KW Nenzlingermatten in der Restwasserstrecke unterhalb des Ausleitungswehres gefischt werden. Hier ist unter Umständen die Watfischerei möglich. Stromabwärts der Wasserrückgabe könnte ein Boot wieder von Vorteil sein. Die Befischungsstrecken müssen letztendlich aber nach den Begebenheiten vor Ort (Abfluss, Zugang und Watbarkeit) ausgewählt werden. Eine konkrete Empfehlung kann daher in diesem Konzept nicht gemacht werden.

6.4.4 Anzahl zu markierender Fische und Artenspektrum

Das Zielartenspektrum entspricht im Wesentlichen dem unter 3.1 aufgeführten. An diesem Standort, der der Äschenregion (Flieisstrecke) und Barbenregion (Staubereich) zuzuschreiben ist, kann vor allem mit folgenden Arten gerechnet werden (Amiet (2015), Angaben für die Restwasserstrecke):

- Elritze (häufig)
- Schmerle (häufig)
- Barbe (häufig bis selten)
- Strömer (häufig bis selten)
- Alet (mittel bis selten)
- Bachforelle (mittel bis selten)
- Gründling (mittel bis selten)
- Groppe (mittel bis selten)
- Äsche (selten)
- Aal (keine Angaben)



Für Elritzen, Strömer und Bachforellen sollte es für die Abstiegsversuche möglich sein unter mässigem Aufwand 150 Individuen zu fangen, für die übrigen Arten müsste der Aufwand erhöht werden und auch unterhalb der Wasserrückgabe gefischt werden. Hier können mehr Arten und grössere Individuen erwartet werden. Für den Staubereich oberhalb des KW Nenzlingermatten liegen keine Befischungsdaten vor. Auf die genaue Zusammensetzung der Fischfauna muss zum Befischungszeitpunkt eingegangen werden und die Befischungsstellen müssen dementsprechend adaptiert werden. Hier ist generell mit weniger rheophilen Arten zu rechnen und der Fang von 150 Bachforellen oder Äschen könnte sich sehr schwierig gestalten, eventuell können mit dem Boot oder watend schneller strömende Bereiche weiter stromaufwärts befischt werden, z.B. bei folgenden Koordinaten: CH1903+ / LV95: 2'608'063.5, 1'254'406.0.

6.4.5 Fischaussatz

Der Fischaussatz sollte standardmässig ca. 150 m unterhalb des FAH-Einstiegs erfolgen. Dieser Ort befindet sich am Standort Nenzlingermatten noch in der Restwasserstrecke. Weil bei der stromabwärts-gelegenen Wasserrückgabe nur ein kurzer Sackgasseneffekt vorliegt, sollte es keine Rolle spielen, ob die Fische stromabwärts oder -aufwärts davon ausgesetzt werden. Der vorgeschlagene Aussatzort für das Monitoring der FAH befindet sich daher bei folgenden Koordinaten: CH1903+ / LV95: 2'608'400.8, 1'254'781.7. Eine Kiesbank am beschriebenen Ort sollte für eine gute Zugänglichkeit sorgen.

Der Fischaussatz für den Fischabstieg sollte standardmässig 150 m oberhalb des Ausleitungswehrs Nenzlingermatten erfolgen. Vorgeschlagen wird der Aussatz daher an folgendem Ort: CH1903+ / LV95: 2'608'150.0, 1'254'638.3. An diesem Ort sollten eine Wiese und fehlende Uferböschung und Bewuchs eine gute Zugänglichkeit ermöglichen.



6.5 KW Moos – Birs Wasserkraft AG

Gemäss aktuellem Stand (schriftliche Mitteilung R. Fedeli vom 06.06.2018) wird für die Sanierung der Fischgängigkeit des Kraftwerks Moos die Variante 3+ weiterverfolgt. Um den Fischeaufstieg auch für den Lachs zu ermöglichen, ist ein Ersatzneubau des Schlitzpasses auf der orografisch rechten Fließgewässerseite geplant. Dessen Ein- und Ausstieg werden am gleichen Ort liegen wie bisher. Im oberen Abschnitt des Fischpasses ist ein Zählbecken vorgesehen. Im Unterwasserkanal soll zudem ein Horizontalrechen als Einschwimmsperre gebaut werden.

Als Bestvariante für den Fischabstieg wurde ein Vertikalrechen mit 12 oder 15 mm Stababstand gewählt. Der Abstieg erfolgt über die Geschwemmselrinne (oberflächenorientierte Arten) und über eine seitlich vor dem Rechenfuss angeordnete Öffnung (bodenorientierte Arten). Danach werden die Fische über einen Bypass entlang der Zentrale und der FAH ins Unterwasser geleitet. Der Bypass soll im Bereich des Einstiegs in die FAH in die Birs münden (HYDRO-SOLAR Water Engineering AG (2017b), schriftliche Mitteilung R. Fedeli).



Abbildung 18: Aktuelles Luftbild des KW Moos. Die Lage des Einstiegs und des Ausstiegs der FAH soll beibehalten werden. Foto vom 7.6.2018.

6.5.1 Antennenstandorte und -typen

Die Antennenstandorte sind in Abbildung 19 grob skizziert. Es sind insgesamt 4 Antennen vorzusehen, davon 2 am Einstieg in den Schlitzpass, eine am oberen Ende des Schlitzpasses und eine Antenne für den Abstieg. Die drei Antennen im Schlitzpass sind als Durchschwimmantennen zu gestalten, der Aufbau entspricht grundsätzlich dem in Absatz 2.4 beschriebenen. Die Antenne für den Abstieg könnte nach den bisherigen Plänen während des Betriebs des KW schwierig zu installieren sein, da die Wassermenge in der Abstiegsrinne vermutlich nicht gedrosselt werden kann. Hier empfiehlt es sich ausnahmsweise bereits beim Bau der Abstiegsrinne schon an die RFID-Antennen zu denken und entsprechende Vorkehrungen für Befestigungen zu treffen oder besser diese eventuell schon zu integrieren.



Da am Vertikalrechen anfallendes Geschwemmsel mit dem Dotierwasser über den Bypass abgeschwemmt wird, könnte eine Durchschwimm-Antenne an diesem Standort Probleme mit einer Verlegung durch Schwemmgut bekommen und dadurch beschädigt werden. Daher sollte unter Berücksichtigung der Wassertiefe der Bypassrinne eine Überschwimm-Antenne in Erwägung gezogen werden.

Soll neben der Benutzung des Bypasses auch seine Auffindbarkeit und Einstiegseffizienz ermittelt werden, muss an beiden Einstiegen (Geschwemmselrinne und Bodenöffnung) eine Antenne angebracht werden.

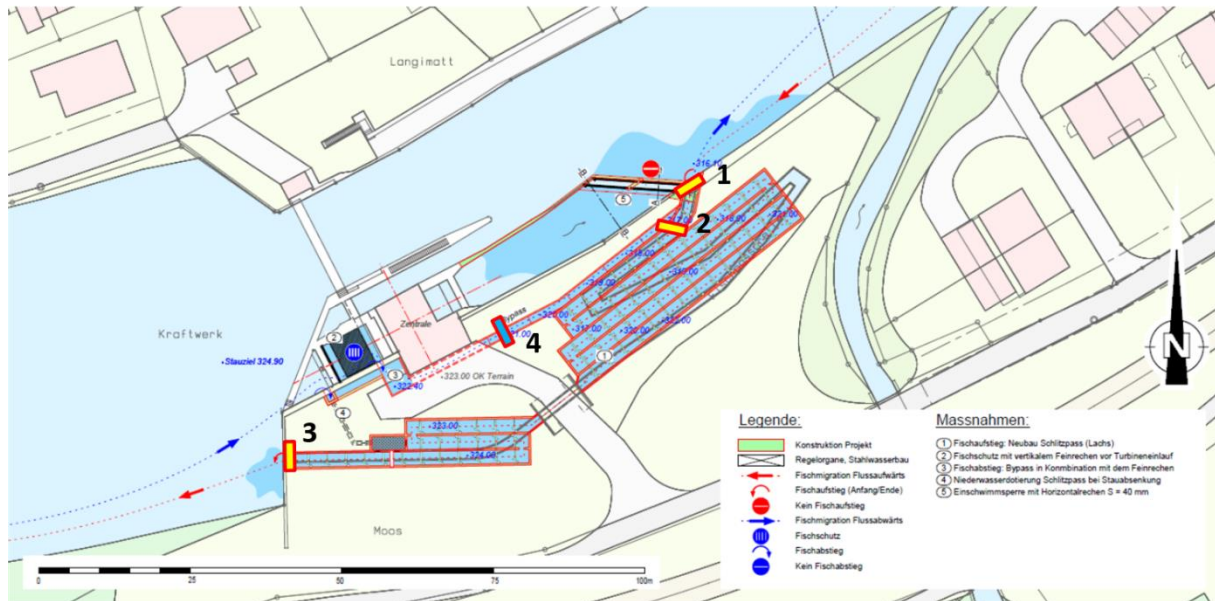


Abbildung 19: KW Moos. Der Plan zeigt die Bestvarianten für den Fischauf- und -abstieg gemäss schriftlicher Mitteilung R. Fedeli (erstellt von der HYDRO-SOLAR Water Engineering AG). Eingezeichnet sind die ungefähren Antennenstandorte für den Aufstieg (rot-gelbe Balken, 1-3) und die Antenne für den Abstieg (rot-blauer Balken, 4).

6.5.2 Erhobene Parameter und Beurteilung

Zur Beurteilung des Fischaufstiegs am Standort KW Moos können im Schlitzpass alle unter 2.3 aufgeführten Parameter erhoben werden:

- Attraktionseffizienz (vereinfacht)
- Einstiegseffizienz
- Passageeffizienz
- Passagedauer

Für den Fischabstieg können folgende Parameter zur Beurteilung (halbquantitativ) herangezogen werden:

- Benutzung des Bypasses
- Passagedauer (s.u.)
- Abstieg über die FAH



Da der Abstiegsbypass in den Einstiegsbereich der FAH mündet, werden absteigende Fische auch an der untersten Antenne der FAH registriert. Wenn die Antenne im oberen Bereich des Bypasses installiert werden kann, kann somit auch die Abstiegsdauer ermittelt werden.

6.5.3 Fischfang

Die Fische werden an diesem Standort standardmässig oberhalb des Kraftwerkes elektrisch gefischt und für die Aufstiegsversuche ins Unterwasser transferiert. Wegen des Staubereiches muss die Befischung vom Boot aus erfolgen.

Für den Fischabstieg wird unterhalb des Kraftwerks Moos gefischt. In diesem Bereich ist voraussichtlich eine Befischung ohne Boot möglich. Die Befischungsstrecken müssen nach den Bedingungen vor Ort (Abfluss, Zugang und Watbarkeit) ausgewählt werden. Eine konkrete Empfehlung kann daher in diesem Konzept nicht gemacht werden.



Abbildung 20: Oberwasser (Staubereich) und Unterwasser des Kraftwerks Moos.

Das KW Moos liegt nur 1.05 km flussaufwärts vom KW Büttenen. Die Befischung der beiden Kraftwerke muss daher gut koordiniert werden.

6.5.4 Anzahl zu markierender Fische und Artenspektrum

Das Zielartenspektrum entspricht im Wesentlichen dem unter 3.1 aufgeführten. Von diesem Standort, der der Äschenregion (Flieisstrecke) und Barbenregion (Staubereich) zuzuschreiben ist, sind bisher keine Abfischungsergebnisse bekannt. Hinweise auf die Häufigkeit verschiedener Fischarten liefern aber die Abfischungen flussaufwärts (Restwasserstrecke KW Nenzlingermatten) und flussabwärts (unterhalb Duggingen) des Berichts zum Zustand der Fischfauna (Amiet 2015). Anhand dieser kann vor allem mit folgenden Arten in abnehmender Dichte gerechnet werden:

- Elritze (häufig)
- Schmerle (häufig)
- Groppen (mittel)
- Bachforellen (mittel)
- Strömer (mittel)
- Barbe (selten)
- Alet (selten)
- Gründling (selten)



Sämtliche 8 Arten können als Zielarten für die Befischung vorgeschlagen werden. Um die Zielart Lachs bezüglich Fischeaufstieg zu beurteilen, wird der Aufstiegserfolg von grossen Forellen beurteilt. Es ist bei den elektrischen Befischungen deshalb darauf zu achten, dass grosse Forellen gefangen und markiert werden können. Von 2004 sind zudem Einzelfunde von Äschen und Seeforellen nachgewiesen, die aufgrund der geringen Dichte und ihrem Fehlen bei den Abfischungen von 2014 jedoch nicht als Zielarten vorgeschlagen werden. Im Staubereich kann vermehrt mit Barben und allenfalls auch mit Rotaugen gerechnet werden.

Vermutlich wird von den Arten mit mittlerer bis geringer Häufigkeit trotz erheblichen Aufwands nicht die Vorgabe von 150 (vgl. 3.2.1 und 3.3.1) zu markierender Individuen erreicht werden können. Das gleiche gilt für Groppen, von denen nur grosse Individuen markierbar sind. Auch bei Schmerlen können nur grosse Individuen markiert werden, da die Individuendichte in diesem Bereich der Birs jedoch sehr hoch zu sein scheint, sollten aber einige grosse Exemplare dabei sein. Sowohl ober- als auch unterhalb des KW Moos scheinen besonders viele Elritzen vorzukommen. Es wird daher vorgeschlagen, von dieser Art mehr als 150 Individuen zu markieren. Es ist davon auszugehen, dass zum Erreichen einer angemessenen Anzahl an Fischen zum Markieren mindestens jeweils 200-300 m Fließstrecke gefischt werden müssen. Es wird empfohlen, dabei alle gefangenen und markierfähigen Individuen zu markieren, auch wenn dies vermutlich einen hohen Anteil an Elritzen entsprechen wird. Nicht aufgeführte Arten sollten ebenfalls markiert werden, auch wenn es sich nur um Einzelexemplare handeln sollte. Insgesamt ist an diesem Standort unter dem gegebenen Fangaufwand für den Aufstieg und den Abstieg zusammen mit ca. 600-1'000 markierbaren Fischen zu rechnen.

6.5.5 Fischeausatz

Die Fische werden für die Aufstiegsversuche an diesem Standort standardmässig 150 m unterhalb der FAH-Mündung ausgesetzt. Ein möglicher Aussatzort wäre: CH1903+ / LV95: 2'610'927.8, 1'254'348.5. Wie die Befischung muss auch der Aussatz der markierten Fische mit den Arbeiten am KW Büttenen, welches nur 1.05 Flusskilometer flussabwärts liegt, koordiniert werden.

Für die Abstiegsversuche können die Fische ebenfalls standardmässig 150 m stromaufwärts des KW Moos ausgesetzt werden (z.B. bei CH1903+ / LV95: 2'610'595.5, 1'254'198.8).



6.6 KW Büttenen I und II – Birs Wasserkraft AG

Für die Sanierung der Fischgängigkeit der Kraftwerke Büttenen wurde als Bestvariante die Beibehaltung des Fischlifts¹, die Installation zweier horizontaler Feinrechen und der Bau einer Gerinnekaskade als Abstiegsanlage auf der orographisch linken Seite gewählt. Mit dieser Variante muss wie bisher an 110 Tagen mit Wehrüberfall gerechnet werden, wobei die absteigenden Fische auf den Felsen und die Wehrfundamente fallen (HYDRO-SOLAR Water Engineering AG 2017c). Aus diesem Grund wurde die vorgeschlagene Bestvariante zurückgewiesen und die Sanierung muss neu geplant werden (pers. Mitteilung R. Fedeli, 4.6.2018).

Ein Konzept für die Wirkungskontrolle kann auf dieser Grundlage nur sehr grob erstellt werden. Dabei wird davon ausgegangen, dass der Fischlift bestehen bleibt und ein Fischabstieg in Form eines Bypasses erstellt wird.



Abbildung 21: Luftbild des Ausleitungswehres mit Fischlift am KW Büttenen. Foto vom 7.6.2018.

6.6.1 Antennenstandorte und -typen

Die Antennenstandorte sind in Abbildung 22 (Plan der bisherigen Best-Variante) grob skizziert. Sofern der Fischlift beibehalten wird, ist er mit 3 Antennen auszustatten. Dabei soll eine Antenne am Einstieg in die Aufstiegsanlage und eine weitere beim Einstieg in den Fangkorb des Fischlifts angebracht werden. Nur so kann überprüft werden, ob der Fangkorb einen genügenden Rückhalt der eingestiegenen Fische bietet. Eine weitere Antenne in der Abschwemmrinne dient zum Nachweis der tatsächlich transportierten Fische und der Ermittlung der Passagedauer. Alle Antennen sind als Durchschwimmantennen zu gestalten, der Aufbau entspricht grundsätzlich dem in Absatz 2.4 beschriebenen. Eine weitere Antenne dient dem halbquantitativen Nachweis der Benutzung des Bypasses. Dazu ist eine Antenne

¹ Der bestehende Fischlift am KW Büttenen II wurde als funktionstauglich eingestuft. Eine zusätzliche oder alternative Aufstiegsanlage ist deshalb nicht Teil der Sanierungsverfügung. Einzig die Auffindbarkeit des Einstiegs soll mit den vorgeschlagenen Massnahmen verbessert werden.



6.6.3 Fischfang

Die Fische werden an diesem Standort standardmässig oberhalb des Kraftwerkes elektrisch gefischt und für die Aufstiegsversuche ins Unterwasser transferiert. Wegen des Staubereiches muss die Befischung vom Boot aus erfolgen. Wegen der geringen Distanz zum KW Moos (1.05 km) muss die Befischung mit dem Fischaussatz im Unterwasser des KW Moos koordiniert werden.

Für den Fischabstieg wird unterhalb des KW Büttenen gefischt. In diesem Bereich ist allenfalls auch eine Befischung ohne Boot möglich. Die Befischungstrecken müssen nach den Bedingungen vor Ort (Abfluss, Zugang und Watbarkeit) ausgewählt werden. Eine konkrete Empfehlung kann daher in diesem Konzept nicht gemacht werden.



Abbildung 23: Oberwasser (Staubereich) KW Büttenen.

6.6.4 Anzahl zu markierender Fische und Artenspektrum

Das Zielartenspektrum entspricht im Wesentlichen dem unter 3.1 aufgeführten. Von diesem Standort, der der Äschenregion (Flieisstrecke) und Barbenregion (Staubereich) zuzuschreiben ist, sind bisher keine Abfischungsergebnisse bekannt. Hinweise auf die Häufigkeit verschiedener Fischarten liefern aber die Abfischungen flussaufwärts (Restwasserstrecke KW Nenzlingermatten) und flussabwärts (unterhalb Duggingen) des Berichts zum Zustand der Fischfauna (Amiet 2015). Anhand dieser kann vor allem mit folgenden Arten in abnehmender Dichte gerechnet werden:

- Elritze (häufig)
- Schmerle (häufig)
- Groppen (mittel)
- Bachforellen (mittel)
- Strömer (mittel)
- Barbe (selten)
- Alet (selten)
- Gründling (selten)

Sämtliche 8 Arten können als Zielarten für die Befischung vorgeschlagen werden. Um die Zielart Lachs bezüglich Fischeaufstieg zu beurteilen, wird der Aufstiegserfolg von grossen Forellen beurteilt. Es ist bei den elektrischen Befischungen deshalb darauf zu achten, dass grosse Forellen gefangen und markiert werden können. Von 2004 sind zudem Einzelfunde von Äschen und Seeforellen nachgewiesen, die aufgrund der geringen Dichte und ihrem Fehlen bei den Abfischungen von 2014 jedoch nicht als Zielarten vorgeschlagen werden. Im Staubereich kann vermehrt mit Barben und allenfalls auch mit Rotaugen gerechnet werden.

Vermutlich wird von den Arten mit mittlerer bis geringer Häufigkeit trotz erheblichen Aufwands nicht die Vorgabe von 150 (vgl. 3.2.1 und 3.3.1) zu markierender Individuen erreicht werden können. Das gleiche gilt für Groppen, von denen nur grosse Individuen markierbar sind. Auch bei Schmerlen können nur grosse Individuen markiert werden, da die Individuendichte in diesem Bereich der Birs jedoch sehr hoch zu sein scheint, sollten schon einige grössere Individuen gefangen werden können. Sowohl oberhalb als auch unterhalb des KW Büttenen scheinen besonders viele Elritzen vorzukommen. Es wird daher vorgeschlagen, von dieser Art mehr als 150 Individuen zu markieren. Es ist davon auszugehen, dass zum Erreichen einer angemessenen Anzahl an Fischen zum Markieren mindestens jeweils 200-300 m



Fliessstrecke gefischt werden müssen. Es wird empfohlen, dabei alle gefangenen und markierfähigen Individuen zu markieren, auch wenn dies vermutlich einen hohen Anteil an Elritzen entsprechen wird. Nicht aufgeführte Arten sollten ebenfalls markiert werden, auch wenn es sich nur um Einzelexemplare handeln sollte. Insgesamt ist an diesem Standort unter dem gegebenen Fangaufwand für den Aufstieg und den Abstieg zusammen mit ca. 600-1'000 markierbaren Fischen zu rechnen.

6.6.5 Fischaussatz

Die Fische für die Aufstiegsversuche sollten unterhalb des Zusammenflusses der Restwasserstrecke mit der Ausleitungsstrecke beider Kraftwerke ausgesetzt werden. Dadurch können die Fische ihren Weg frei wählen und es kann ermittelt werden, ob sie den Weg zum Fischlift finden. Wegen der eher grossen Distanz zum Fischlift (Restwasserstrecke) sollen die Fische nur wenig unterhalb der Wassereinleitung ausgesetzt werden. Wenn von den schwimmschwachen Arten viele Individuen markiert werden können, kann ein Teil von ihnen allenfalls auch näher an der neuen FAH ausgesetzt werden. Dies erhöht die Chancen, dass die Fische bis zum Einstieg wandern und an den Antennen detektiert werden. Bleibt die Zentrale Büttenen I in Betrieb, würde eine mögliche Aussatzposition somit bei CH1903+ / LV95: 2'611'958.0, 1'254'539.3 liegen. Die Distanz zum Fischlift beträgt dabei ca. 300 m.

Der Fischaussatz für den Fischabstieg kann standardmässig 150 m stromaufwärts der Wasserausleitung des KW Büttenen II. Eine mögliche Aussatzposition wäre folgende: CH1903+ / LV95: 2'611'508.5, 1'254'610.0. Wie die Befischung muss auch der Aussatz der markierten Fische mit den Arbeiten am KW Moos, welches nur 1.05 Flusskilometer flussaufwärts liegt, koordiniert werden.



6.7 KW Dornachbrugg – Birseck Hydro AG

Für die Sanierung der Fischgängigkeit des KW Dornachbrugg wird ein neuer Fischpass mit möglichst direkter Linienführung auf der orografisch rechten Seite als Bestvariante für eine Fischaufstiegshilfe genannt. Ob dieser als Schlitz- oder Beckenpass ausgeführt werden soll, wird in der Machbarkeitsstudie offengelassen. Der Bau eines Fischliftes wird jedoch nicht weiterverfolgt (pers. Mitteilung D. Moll, 01.06.2018). Für den Ausstieg im Oberwasser wird eine Galerie neben dem zukünftigen Rechenbauwerk (s.u.) erstellt, so dass der neue Ausstieg 10 m oberhalb des Rechens zu liegen kommt. Der Schappekanal wird weiterhin dotiert, jedoch mit deutlich reduzierter Wassermenge. Die bestehende Fischaufstiegshilfe soll nicht mehr als solche betrieben werden, es ist ein vollständiger Rückbau oder eine Umgestaltung denkbar (Stellungnahme Kanton Basel-Landschaft vom 21.09.2018).

Als Bestvariante für den Fischabstieg wird ein Horizontalrechen mit maximal 15 mm Stababstand gewählt. Die Fische werden entlang des Rechens zu zwei Aussparungen (im Bereich des Wasserspiegels und in Sohlennähe) geleitet und über eine Rutsche ins Unterwasser geführt (Energiebüro AG 2017b).

Für das KW Dornachbrugg liegt bereits ein Variantenentscheid des Kantons Basel-Land vor. Die in der Machbarkeitsstudie ausgewählten Bestvarianten sollen weiterverfolgt werden, wobei noch geprüft werden soll, ob der untere Teil des Fischpasses naturnah gebaut werden kann.

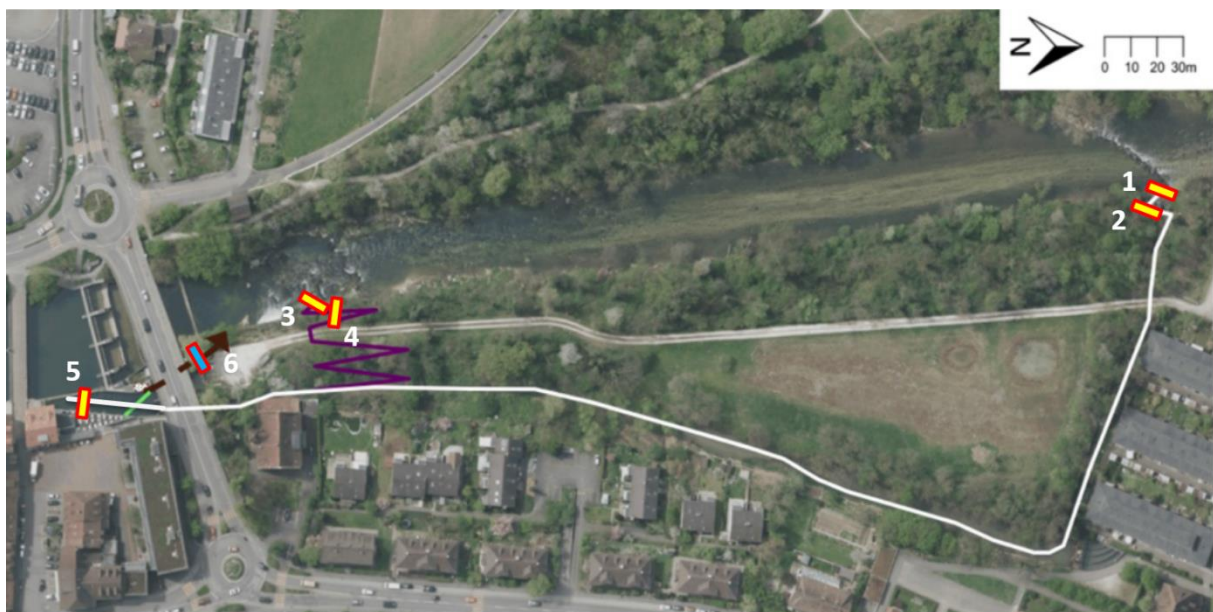


Abbildung 24: Bestvarianten für den Fischauf- und Fischabstieg sowie Schappekanal (weiss) am KW Dornachbrugg (übernommen aus der Machbarkeitsstudie des Energiebüro (2017)). Der Fischaufstieg wird mit einer Galerie entlang des Rechens (grün) ca. 10 m weiter ins Oberwasser gezogen. Eingezeichnet sind die ungefähren Antennenstandorte für den Aufstieg (rot-gelbe Balken, 1-5) und die Antenne für den Abstieg (rot-blauer Balken, 6). Genauere technische Pläne standen zum Zeitpunkt des Erstellens dieses Konzeptes nicht zur Verfügung.

6.7.1 Antennenstandorte und -typen

Die Antennenstandorte sind in Abbildung 24

grob skizziert. Für den Fischaufstieg sind standardmässig 3 Antennen vorzusehen, davon 2 am Einstieg und eine am oberen Ende der FAH. Wenn über die bisherige Fischaufstiegshilfe und den reduziert dotierten Schappekanal weiterhin Fischwanderungen möglich sind, müssen auch hier zwei Antennen im



Einstiegsbereich installiert werden, um die Fischbewegungen ganzheitlich nachvollziehen zu können. Bei einem vollständigen Rückbau der Verbindung zur Birs kann hingegen auf diese beiden Antennen verzichtet werden. Die drei Antennen in der FAH sind als Durchschwimmantennen zu gestalten, der Aufbau entspricht grundsätzlich dem in Absatz 2.4 beschriebenen.

Eine weitere Antenne im Bypass dient zur Erfassung des Fischabstiegs (vgl. Abbildung 24). Soll neben der Benutzung des Bypasses auch seine Auffindbarkeit und Einstiegeeffizienz ermittelt werden, muss an beiden Einstiegen des Fischabstiegs (Klappe mit Aussparungen an der Wasseroberfläche und in Sohlennähe) eine Antenne angebracht werden. Anfallendes Rechengut und allenfalls auch das Geschiebe sollen ebenfalls über den Bypass abgeleitet werden. Bei Gefahr von Verlegung der Antenne durch Schwemmgut kann unter Berücksichtigung der Wassertiefe im Bypass eine Überschwimm-Antenne in Erwägung gezogen werden.

6.7.2 Erhobene Parameter und Beurteilung

Zur Beurteilung des Fischaufstiegs am Standort KW Dornachbrugg können in der FAH alle unter 2.3 aufgeführten Parameter erhoben werden:

- Attraktionseffizienz (vereinfacht)
- Einstiegeffizienz
- Passageeffizienz
- Passagedauer

Wenn die bestehende FAH nicht rückgebaut wird und über den Schappekanal weiterhin eine Verbindung zur Birs besteht, können die obigen Parameter auch für diesen Ast des Fischaufstiegs erhoben werden.

Für den Fischabstieg können folgende Parameter zu Beurteilung halb-quantitativ herangezogen werden:

- Benutzung des Bypasses (halbquantitativ)
- Abstieg über die FAH
- Abstieg über Schappekanal und umgestaltete bisherige FAH (falls kein Rückbau erfolgt)

6.7.3 Fischfang

Die Fische für die Fischaufstiegsversuche werden an diesem Standort standardmässig oberhalb des Kraftwerkes elektrisch gefischt und ins Unterwasser transferiert. Wegen des Staubereiches muss die Befischung vom Boot aus erfolgen. Für den Fischabstieg wird unterhalb des KW Dornachbrugg gefischt. In diesem Bereich kann möglicherweise auch ohne Boot abgefischt werden. Dies ist vor Beginn der



Abbildung 25: Oberwasser (Staubereich) und Unterwasser des KW Dornachbrugg.



Feldarbeit vertieft abzuklären. Die Befischungstrecken müssen nach den Bedingungen vor Ort (Abfluss, Zugang und Watbarkeit) ausgewählt werden. Eine konkrete Empfehlung kann daher in diesem Konzept nicht gemacht werden.

6.7.4 Anzahl zu markierender Fische und Artenspektrum

Das Zielartenspektrum entspricht im Wesentlichen dem unter 3.1 aufgeführten. Vom Standort Dornachbrugg sind bisher keine Abfischungsergebnisse bekannt. Hinweise auf die Häufigkeit verschiedener Fischarten liefern aber die Abfischungen flussaufwärts (unterhalb Duggingen, (Amiet 2015) und flussabwärts (Münchenstein; Amiet (2015) Breitenstein & Kirchhofer (2011), Weber & Peter (2007)). Anhand dieser kann vor allem mit folgenden Arten in abnehmender Dichte gerechnet werden:

- Elritze (häufig)
- Schmerle (häufig)
- Groppen (mittel - häufig)
- Strömer (mittel - häufig)
- Alet (selten - mittel)
- Bachforellen (selten - mittel)
- Barben (selten)

Alle 7 Arten können als Zielarten für die Befischung vorgeschlagen werden. Um die Zielart Lachs bezüglich Fischaufstieg zu beurteilen, wird der Aufstiegserfolg von grossen Forellen beurteilt. Es ist bei den elektrischen Befischungen deshalb darauf zu achten, dass grosse Forellen gefangen und markiert werden können. Zudem sind Einzelfunde von Aalen, Äschen, Rotaugen, Stichlingen und Neunaugen nachgewiesen, die aufgrund der geringen Dichte jedoch nicht als Zielarten vorgeschlagen werden. Ausser den Neunaugen sollen gefangene Fische dieser Arten aber auch markiert werden, wenn es sich um einzelne Individuen handelt.

Vermutlich wird von den Arten mit mittlerer bis geringer Häufigkeit trotz erheblichen Aufwands nicht die Vorgabe von 150 (vgl. 3.2.1 und 3.3.1) zu markierender Individuen erreicht werden können. Das gleiche gilt für Groppen, von denen nur grosse Individuen markierbar sind. Auch bei Schmerlen können nur grosse Individuen markiert werden, da die Individuendichte in diesem Bereich der Birs jedoch sehr hoch zu sein scheint, sollten zumindest einige grössere Exemplare fangbar sein. Sowohl ober- als auch unterhalb des KW Dornachbrugg scheinen besonders viele Elritzen vorzukommen. Es wird daher vorgeschlagen, von dieser Art mehr als 150 Individuen zu markieren. Es ist davon auszugehen, dass zum Erreichen einer angemessenen Anzahl an Fischen zum Markieren mindestens jeweils 200-300 m Fliessstrecke gefischt werden müssen. Es wird empfohlen, dabei alle gefangenen und markierfähigen Individuen zu markieren, auch wenn dies vermutlich einen hohen Anteil an Elritzen entsprechen wird. Nicht aufgeführte Arten sollten ebenfalls markiert werden, auch wenn es sich nur um Einzelexemplare handeln sollte. Insgesamt ist an diesem Standort unter dem gegebenen Fangaufwand für den Aufstieg und den Abstieg zusammen mit ca. 1'000 markierbaren Fischen zu rechnen.

6.7.5 Fischaussatz

Grundsätzlich werden die Fische standardmässig 150 m unter der Einleitung der FAH ausgesetzt werden (CH1903+ / LV95: 2'612'679.8, 1'260'023.0). Falls der Fischaufstieg über den Schappekanal und die bisherige FAH weiterhin möglich ist, sollen die Fische kurz unterhalb seiner Mündung in die Birs ausgesetzt werden (etwa bei CH1903+ / LV95: 2'612'654.3, 1'260'208.5). Der Aussatzort würde somit ca. 350 m unterhalb des Einstiegs in die neue FAH liegen. Dadurch können die Fische ihren Weg frei wählen und allfällige Fischaufstiege über den Schappekanal nachgewiesen werden. Wenn von den schwimm-schwachen Arten viele Individuen markiert werden können, kann ein Teil von ihnen allenfalls auch



näher an der neuen FAH ausgesetzt werden. Dies erhöht die Chancen, dass die Fische bis zum Einstieg wandern und an den Antennen detektiert werden. Für die Abstiegsversuche können die Fische standardmässig 150 m stromaufwärts des KW Dornachbrugg ausgesetzt werden (z. B. CH1903+ / LV95: 2'612'752.0, 1'259'622.3).



6.8 KW Neuwelt IWB Basel

Die am Kraftwerk bestehende Vertical-Slot FAH ist nach dem heutigen Stand des Wissens nur noch eingeschränkt durchwanderbar. Der Fischeufstieg soll durch eine moderne Aufstiegsanlage ersetzt werden. Für die Sanierung des Kraftwerks Neuwelt soll ein neuer Vertical-Slot Fischpass gebaut werden. Der Einstieg in den Fischpass wird direkt neben dem Turbinenauslauf angeordnet, wobei die Leitströmung in einem Winkel von unter 30 Grad eingeleitet wird. Die neue FAH soll aus 58 Becken bestehen. Der Zulaufkanal zum Fischeufstieg schliesst an das oberste Becken an und der Kanal hat eine Länge von 29 m und eine Breite von 2 m.

Beim Fischabstieg spielt der Fischschutz neben den Abstiegskorridoren eine wichtige Rolle. Ein schräg gestellter Horizontalrechen (15 mm) soll die Fische vor dem Turbineneinstieg schützen und sie sicher in die Abstiegskorridore lenken. Der Fischabstieg erfolgt über den Regulierschutz/Gleitrutsche. Speziell für juvenile Salmoniden wurde ein sekundärer Fischabstieg über die Fischeufstiegsanlage konzipiert, welcher während der geschwemmselarmen Zeit im Frühling in Betrieb ist. Dieser mündet direkt oberhalb des obersten Beckens (Becken 1) in die FAH (Rapp Infra AG 2017).



Abbildung 26: Luftbild des Kraftwerks Neuwelt mit Ableitung in den St. Alban Teich. Der Fischpass befindet sich am linken Ufer. Foto vom 7.6.2018.

6.8.1 Antennenstandorte und -typen

Insgesamt sind am KW Neuwelt 5 PIT-Tag Antennen nötig. In der Fischeufstiegsanlage sind 4 Antennen vorzusehen, davon 2 am Einstieg (unten) in den Vertical-Slot Pass, eine am oberen Ende des Zu-



laufkanals sowie eine Antenne direkt bei der Einmündung des sekundären Fischabstiegs in den Vertical-Slot Pass (s. Abbildung 27, Antenne 5). Dieser Einstieg für die absteigenden Fische liegt direkt oberhalb des Beckens 1.

Die erste Antenne beim Einstieg in den Vertical-Slot Pass im Unterwasser wird direkt an den Einstieg gebaut, die zweite Antenne 2-5 Becken (abhängig von den Wasserstandsschwankungen im Unterwasser) oberhalb in den Schlitz. Diese vier Antennen sind als Durchschwimmantennen zu konzipieren.

Für den Fischabstieg ist eine weitere Antenne über die Gleitrutsche zu montieren, welche als Überschwimmantenne anzubringen ist, damit das Geschwemmsel sich nicht an der Antenne verfängt. Es empfiehlt sich, diese Antenne bereits beim Bau des Kraftwerkes einzubauen. Dies ist nicht nötig für die vier Antennen in der Fischaufstiegsanlage.

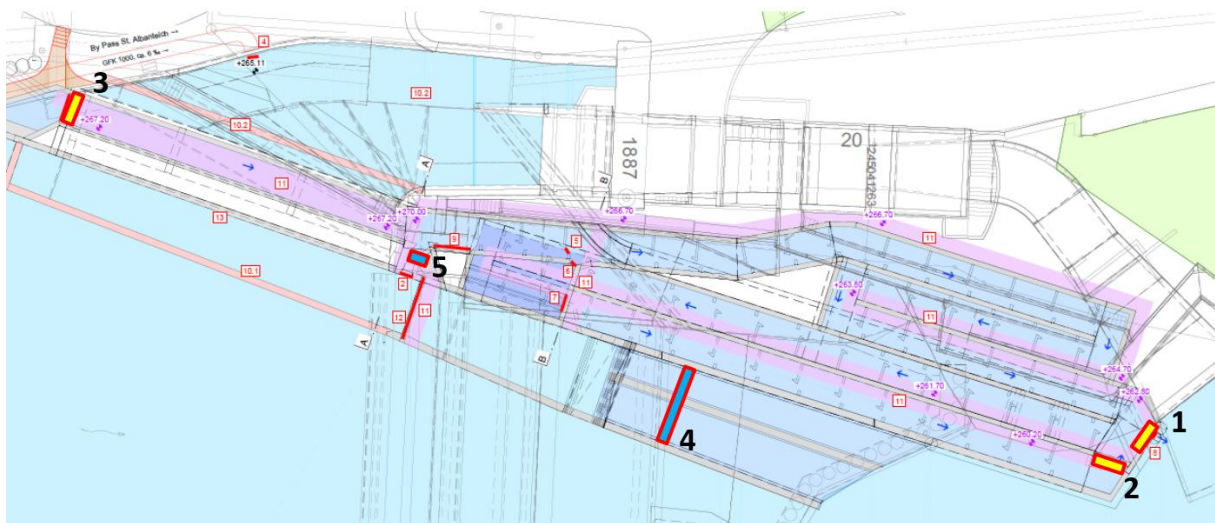


Abbildung 27: Bestvarianten für den Fischauf- und Fischabstieg am KW Neuwelt (Plan übernommen von der RAPP Infra AG). Eingezeichnet sind die ungefähren Antennenstandorte für den Aufstieg (rot-gelbe Balken, 1-3) und die Antennen für den primären und sekundären Abstieg (rot-blaue Balken, 4 bzw. 5).

6.8.2 Erhobene Parameter und Beurteilung

Zur Beurteilung des Fischaufstiegs am Standort KW Neuwelt können alle unter 2.3 aufgeführten Parameter erhoben werden:

- Attraktionseffizienz (vereinfacht)
- Einstiegseffizienz
- Passageeffizienz
- Passagedauer

Für den Fischabstieg können folgende Parameter zur Beurteilung (halbquantitativ) heranbezogen werden:

- Benutzung des Fischabstiegs via Vertical-Slot pass in der der geschwemmselarmen Zeit
- Abstieg über die FAH mit Einstieg über den Zulauf
- Abstieg der Fische über Tosbecken für Geschiebeschütz



6.8.3 Fischfang

Die Fische werden an diesem Standort standardmässig oberhalb des Kraftwerks elektrisch gefischt und für die Aufstiegsversuche ins Unterwasser transferiert. Um die Vergleichbarkeit mit den anderen Kraftwerken an der Birs zu gewährleisten, sollen keine Fische aus den Zählbecken gefangen werden. Für den Fischabstieg wird unterhalb des Kraftwerks gefischt. Die Befischungsstrecken müssen nach den Bedingungen vor Ort (Abfluss, Zugang und Watbarkeit) ausgewählt werden. Eine konkrete Empfehlung kann daher in diesem Konzept nicht gemacht werden.

6.8.4 Anzahl zu markierender Fische und Artenspektrum

Das Zielartenspektrum ergibt sich aus den im Unterlauf der Birs bei verschiedenen Abfischungen nachgewiesenen Fischarten. Weber & Peter (2007) stellten bei mehreren Abfischungen in der Birs bei Münchenstein folgende Fischarten fest:

- Alet (mittel bis häufig)
- Bachforelle (mittel bis häufig)
- Barbe (mittel bis häufig)
- Elritze (mittel bis häufig)
- Groppe (mittel bis häufig)
- Gründling (mittel bis häufig)
- Schmerle (mittel bis häufig)
- Strömer (mittel bis häufig)
- Aal (geringe Dichte)
- Äsche (geringe Dichte)
- Rotaugen (geringe Dichte)

Um die Zielart Lachs bezüglich Fischaufstieg zu beurteilen, wird der Aufstiegserfolg von grossen Forellen beurteilt. Es ist bei den elektrischen Befischungen darauf zu achten, dass grosse Forellen gefangen und markiert werden können.

Ebenfalls als Zielart ist die Nase zu berücksichtigen. Sie kommt in mündungsnahen Abschnitten der Birs regelmässig vor (Eawag, unveröffentlichte Daten). Zusätzliche Fischarten, die bei der Erfolgskontrolle des Projekts Birs Vital im Unterlauf gefunden wurden, sind: Rotfeder, Schneider und Hasel (Breitenstein & Kirchhofer 2011). Somit können von den aufgeführten 18 Fischarten folgende Arten als Zielarten vorgeschlagen werden:

Aal, Alet, Äsche, Barbe, Elritze, Forelle, Groppe, Gründling, Lachs, Nase, Schmerle, Strömer.

Es ist davon auszugehen, dass zum Erreichen einer angemessenen Anzahl Individuen zum Markieren mindestens jeweils 200-300 m Fliessstrecke gefischt werden müssen. Vermutlich wird von den Arten mit mittlerer bis geringer Häufigkeit trotz erheblichen Aufwands nicht die Vorgabe von 150 (vgl. 3.2.1 und 3.3.1) zu markierender Individuen erreicht werden können. Das gleiche gilt für Groppe und Schmerlen, von denen nur grosse Individuen markierbar sind. Es wird daher empfohlen ca. 300 m elektrisch zu befischen und primär die Zielfischarten zu markieren. Sind davon nur wenige Individuen vorhanden, können auch zusätzlich gefangene und markierfähige Individuen anderer Arten markiert werden, auch wenn dies vermutlich einem hohen Anteil an Bachforellen entsprechen wird. Oben nicht aufgeführte Arten sollten ebenfalls markiert werden, auch wenn es sich nur um Einzelexemplare handeln sollte. Insgesamt ist an diesem Standort unter dem gegebenen Fangaufwand für den Aufstieg und den Abstieg zusammen mit ca. 1'500 markierbaren Fischen zu rechnen. Circa 1'000 Fische sollten im Staubereich gefangen und nach unten transloziert werden, circa 500 Fische sind dagegen aus dem Un-



terwasser ins Oberwasser zu translozieren. Diese höhere Anzahl für die aufsteigenden Fische wird damit begründet, dass das KW Neuwelt das unterste Kraftwerk an der Birs ist und von weiter unten keine markierten Fische zuwandern.

6.8.5 Fischaussatz

Die Fische werden für die Aufstiegsversuche an diesem Standort standardmässig 150 m unterhalb der FAH-Mündung ausgesetzt (CH1903+ / LV95: 2'613'832, 1'264'043). Für die Abstiegsversuche standardmässig 150 m stromaufwärts des Kraftwerkes (CH1903+ / LV95: 2'613'807, 1'263'741).



7 Kostenaufteilung und Berechnung für die durchzuführenden Arbeiten

7.1 Kostenaufteilung

Die Kosten werden pro Kraftwerk berechnet. Die Preiskalkulation basiert auf den heutigen Marktpreisen und aktuellen Wechselkursen. Es fallen Kosten für die Befischung und das Markieren der Fische sowie das benötigte Material und den Betrieb der RFID Anlagen an. Dazukommen schliesslich noch die Kosten für die Berichtsverfassung sowie Fahrtspesen.

Die Kostenberechnungen für jedes Kraftwerk sind unter 7.2 aufgeführt.

7.2 Kostenberechnung für die einzelnen Kraftwerksstandorte

7.2.1 KW Juramill, Laufen BL – ADEV Wasserkraftwerk AG

	Personalkosten in Fr.	PIT-Tagging- Kosten in Fr.
PIT-Tagging Anlage: Montage, Unterhalt und Gerätemiete für 1 Jahr, Datenaufbereitung für Schlussbericht, total 4 Antennen		30'000.--
Fang und Markieren der Fische, 1.5 Tage für 6 Personen (Biologe, Techniker, Hilfskraft) inkl. Gerätschaften und Spesen	8'340.--	
1'000 PIT Tags à Fr. 2.--		2'000.--
Auswertungen, Verfassen des Schlussberichts	6'400.--	
Fahrtspesen		1'200.--
Total inkl. MWST	15'875	35'756.--

Totalkosten inkl. MWST Fr. 51'631.--

7.2.2 KW Wasserfall Laufen – Birseck Hydro AG

	Personalkosten in Fr.	PIT-Tagging- Kosten in Fr.
PIT-Tagging Anlage: Montage, Unterhalt und Gerätemiete für 1 Jahr, Datenaufbereitung für Schlussbericht, total 4 Antennen (falls alte FAH nicht beibehalten wird).		30'000.--
Fang und Markieren der Fische, 1.5 Tage für 6 Personen (Biologe, Techniker, Hilfskraft) inkl. Gerätschaften und Spesen	8'340.--	
1'000 PIT Tags à Fr. 2.--		2'000.--
Auswertungen, Verfassen des Schlussberichts	6'400.--	
Fahrtspesen		1'200.--
Total inkl. MWST	15'875.--	35'756.--

Totalkosten inkl. MWST Fr. 51'631.--



7.2.3 KW Obermatt Zwingen – Genossenschaft Elektra Baselland (EBL)

	Personalkosten in Fr.	PIT-Tagging- Kosten in Fr.
PIT-Tagging Anlage: Montage, Unterhalt und Gerätemiete für 1 Jahr, Datenaufbereitung für Schlussbericht, total 8 Antennen (3 plus 3 für Borstenpass am Ausleitungswehr, 2 für Abstieg)		60'000.--
Fang und Markieren der Fische, 1.5 Tage für 6 Personen (Biologe, Techniker, Hilfskraft) inkl. Gerätschaften und Spesen	8'340.--	
1'000 PIT Tags à Fr. 2.--		2'000.--
Auswertungen, Verfassen des Schlussberichts	12'800.--	
Fahrtspesen		1'200.--
Total inkl. MWST	22'768.--	68'067.--

Totalkosten inkl. MWST Fr. 90'835.--

7.2.4 KW Nenzlingermatten – Birs Wasserkraft AG

	Personalkosten in Fr.	PIT-Tagging- Kosten in Fr.
PIT-Tagging Anlage: Montage, Unterhalt und Gerätemiete für 1 Jahr, Datenaufbereitung für Schlussbericht, total 5 Antennen		37'500.--
Fang und Markieren der Fische, 1.5 Tage für 6 Personen (Biologe, Techniker, Hilfskraft) inkl. Gerätschaften und Spesen	8'340.--	
1'000 PIT Tags à Fr. 2.--		2'000.--
Auswertungen, Verfassen des Schlussberichts	8'000.--	
Fahrtspesen		1'200.--
Total inkl. MWST	17'598.--	43'834.--

Totalkosten inkl. MWST Fr. 61'432.--

7.2.5 KW Moos – Birs Wasserkraft AG

	Personalkosten in Fr.	PIT-Tagging- Kosten in Fr.
PIT-Tagging Anlage: Montage, Unterhalt und Gerätemiete für 1 Jahr, Datenaufbereitung für Schlussbericht, total 4 Antennen		30'000.--
Fang und Markieren der Fische, 1.5 Tage für 6 Personen (Biologe, Techniker, Hilfskraft) inkl. Gerätschaften und Spesen	8'340.--	
1'000 PIT Tags à Fr. 2.--		2'000.--
Auswertungen, Verfassen des Schlussberichts	6'400.--	
Fahrtspesen		1'200.--
Total inkl. MWST	15'875	35'756.--

Totalkosten inkl. MWST Fr. 51'631.--



7.2.6 KW Büttenen I und II – Birs Wasserkraft AG

	Personalkosten in Fr.	PIT-Tagging- Kosten in Fr.
PIT-Tagging Anlage: Montage, Unterhalt und Gerätemiete für 1 Jahr, Datenaufbereitung für Schlussbericht, total 6 Antennen (falls Bypass zur Längsvernetzung der Fischfalle am UWK gebaut wird)		45'000.--
Fang und Markieren der Fische, 1.5 Tage für 6 Personen (Biologe, Techniker, Hilfskraft) inkl. Gerätschaften und Spesen	8'340.--	
1'000 PIT Tags à Fr. 2.--		2'000.--
Auswertungen, Verfassen des Schlussberichts	9'600.--	
Fahrtspesen		1'200.--
Total inkl. MWST	19'321.--	51'911.--

Totalkosten inkl. MWST Fr. 71'232.--

7.2.7 KW Dornachbrugg – Birseck Hydro AG

	Personalkosten in Fr.	PIT-Tagging- Kosten in Fr.
PIT-Tagging Anlage: Montage, Unterhalt und Gerätemiete für 1 Jahr, Datenaufbereitung für Schlussbericht, total 6 Antennen (falls Verbindung zur Birs über Schappekanal und bisherige FAH bestehen bleibt)		45'000.--
Fang und Markieren der Fische, 1.5 Tage für 6 Personen (Biologe, Techniker, Hilfskraft) inkl. Gerätschaften und Spesen	8'340.--	
1'000 PIT Tags à Fr. 2.--		2'000.--
Auswertungen, Verfassen des Schlussberichts	9'600.--	
Fahrtspesen		1'200.--
Total inkl. MWST	19'321.--	51'911.--

Totalkosten inkl. MWST Fr. 71'232.--

7.2.8 KW Neuwelt IWB Basel

	Personalkosten in Fr.	PIT-Tagging- Kosten in Fr.
PIT-Tagging Anlage: Montage, Unterhalt und Gerätemiete für 1 Jahr, Datenaufbereitung für Schlussbericht, total 5 Antennen		37'500.--
Fang und Markieren der Fische, 1.5 Tage für 6 Personen (Biologe, Techniker, Hilfskraft) inkl. Gerätschaften und Spesen	11'120.--	
1'500 PIT Tags à Fr. 2.--		3'000.--
Auswertungen, Verfassen des Schlussberichts	8'000.--	
Fahrtspesen		1'200.--
Total inkl. MWST	20'592.--	44'911.--

Totalkosten inkl. MWST Fr. 65'503.--



8 Literatur

Amiet, T. (2005). Birs Fischfauna 2004. Amt für Umweltschutz und Energie, Jagd- und Fischereiverwaltung des Kantons Basel-Landschaft. 37 S.

Amiet, T. (2015). Übersicht über den Zustand der Fischfauna der Baselbieter Gewässer 2002-2007 und 2013/2014. Amt für Umweltschutz und Energie des Kantons Basel-Landschaft. 105 S.

AquaPlus AG. (2015). KW Obermatt / Zwingen. Gutachten zur Fischgängigkeit. Kurzbericht zum Konzessions- und Bauprojekt. Im Auftrag der Genossenschaft Elektra Baselland (EBL). 14 S.

Breitenstein, M. & Kirchhofer, A. (2011). Erfolgskontrolle BirsVital. Untersuchung 2010, Fischfauna und Gewässermorphologie. Amt für Umweltschutz und Energie sowie Veterinär- Jagd- und Fischereiwesen des Kantons Basel-Landschaft, Amt für Umwelt und Energie des Kantons Basel-Stadt. 43 S.

Bunt, C. M., Castro-Santos, T. & Haro, A. (2012). Performance of fish passage structures at upstream barriers to migration. *River Research and Applications*, 28, 457–478.

Egloff, N. (2012). Fischabstieg bei Flusskraftwerken und die Bedeutung von Umgehungsgerinnen. Masterarbeit. Universität Zürich. 105 S.

Energiebüro AG. (2017a). Machbarkeitsstudie Sanierung Fischgängigkeit Kraftwerk Wasserfall Laufen. Im Auftrag der Birseck Hydro AG. 47 S.

Energiebüro AG. (2017b). Machbarkeitsstudie Sanierung Fischgängigkeit Kraftwerk Dornachbrugg. Im Auftrag der Birseck Hydro AG. 59 S.

Entegra AG. (2017). Kraftwerk Juramill, Sanierung Längsvernetzung Vorprojekt. Technischer Bericht. Im Auftrag der ADEV Wasserkraftwerk AG. 41 S.

HYDRO-SOLAR Water Engineering AG. (2017a). Kraftwerk Nenzlingermatten, Sanierung Fischgängigkeit. Variantenstudie. Im Auftrag der Birs Wasserkraft AG. 27 S.

HYDRO-SOLAR Water Engineering AG. (2017b). Kraftwerk Moos, Sanierung Fischgängigkeit. Variantenstudie. Im Auftrag der Birs Wasserkraft AG. 26 S.

HYDRO-SOLAR Water Engineering AG. (2017c). Kraftwerk Büttenen I & II, Sanierung Fischgängigkeit. Variantenstudie. Im Auftrag der Birs Wasserkraft AG. 31 S.

Rapp Infra AG. (2017). Kraftwerk Neuwelt - Birs. Technischer Bericht Sanierung Fischgängigkeit. Baugesuch. Im Auftrag der IWB - Industrielle Werke Basel. 73 S.

Seifert, K. (2016). Praxishandbuch Fischaufstiegsanlagen in Bayern. Hinweise und Empfehlungen zu Planung, Bau und Betrieb. Landesfischereiverband Bayern e.V., Bayerisches Landesamt für Umwelt. 152 S.

Spalinger, L. & Dönni, W. (2017). Die Rückkehr des Lachses in der Schweiz – Kartierung der Jungfischhabitate. Kleinere und mittlere Gewässer in den Kantonen AG, BL, BS, BE, ZH. 31 S.

Summerfelt, R. C. & Smith, L. S. (1990). Anesthesia, surgery, and related techniques. In C.B. Schreck & P.B. Moyle (Hrsg.), *Methods for fish biology* (S. 213–272). American Fisheries Society: Bethesda, Maryland.

Weber, C. & Peter, A. (2007). Die Fischgemeinschaft in der revitalisierten Birs bei Münchenstein. Schlussbericht des Forschungsprojekts der Eawag. Interner Bericht. 14 S.

