

# Kraftwerke an der Suhre Erfolgskontrolle der Fischdurchgängigkeit



Schlussbericht

Sektion Jagd und Fischerei des Kantons Aargau

März 2017

---

WFN - Wasser Fisch Natur AG  
Brunnmattstrasse 15  
3007 Bern  
031/533 50 20  
info@wfn.ch

**WASSER**  
**FISCH**  
**NATUR**

## Impressum

Auftragnehmer (Autoren & Sachbearbeitung)	Arthur Kirchhofer Martina Breitenstein Markus Flück Luca Hoppler	<i>WFN - Wasser Fisch Natur AG</i> Brunnmattstrasse 15 CH-3007 Bern  031 533 50 20 info@wfn.ch
Auftraggeber	David Bittner	Dept. Bau, Verkehr Umwelt Sektion Jagd und Fischerei Entfelderstr. 22 5001 Aarau
	Fritz Hunziker	Kraftwerk Hirschthal Pfiffner Immobilien AG Lindenplatz 254 5042 Hirschthal
	Daniel Styger	Wasserwirbelkraftwerk Schöttland Genossenschaft Wasserwirbel Konzepte Schweiz Bahnhofplatz 4 5000 Aarau

Bern, 3. Februar 2017

Titelseite: KW Hirschthal (oben), Wasserwirbelkraftwerk in Schöttland (unten)

# Kraftwerke an der Suhre - Erfolgskontrolle der Fischdurchgängigkeit

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Technische Installationen	2
<b>3</b>	<b>Befischungen und</b> Fischmarkierungen	<b>4</b>
4	KW Hirschthal	8
4.1	Technische Funktionskontrolle	8
4.2	Biologische Funktionskontrolle	10
4.3	RFID beim KW Hirschthal	12
4.3.1	Technische Installationen	12
4.3.2	Fischwanderung via FAH	13
4.3.3	Fischwanderung via WKS	14
4.4	Gesamtbeurteilung KW Hirschthal	15
<b>5</b>	<b>WWKW Schöffland</b>	<b>16</b>
5.1	Übersicht WWKW	16
5.2	Fischwanderung beim WWKW allgemein	18
5.3	Fischwanderung via Fischschleuse	19
5.4	Fischwanderung via Umgehungsgewässer	20
5.5	Fischwanderung via Wasserwirbel	21
5.6	Gesamtbeurteilung WWKW Schöffland	22
<b>6</b>	<b>Fischwanderungen im Perimeter</b>	<b>23</b>
7	Schlussfolgerungen	27
	Anhang 1: KW Hirschthal - technische Funktionskontrolle	29
	Anhang 2: KW Hirschthal - PIT-Signale	30
	Anhang 3: WWKW Schöffland - PIT-Signale Schleuse	31
	Anhang 4: WWKW Schöffland - PIT-Signale Umgehungsgewässer	35
	Anhang 4: WWKW Schöffland - PIT-Signale Wirbel	37
	<b>Anhang 6:</b> Wanderaktivität ausgewählter Individuen	<b>39</b>



# 1 Einleitung

Gemäss Bundesgesetz über die Fischerei (BGF) vom 21. Juni 1991 muss bei Wasserkraftanlagen die freie Fischwanderung gewährleistet werden (Art. 9, 1d). Bei Neuanlagen verlangt die kantonale Behörde einen Nachweis der Funktionstüchtigkeit einer allfälligen Fischwanderhilfe.

Auf aargauischem Gebiet wurde das Wasser der Suhre bis zum Mai 2016\* durch zwei Wasserkraftanlagen genutzt, welche folgende Fischaufstiegshilfen (FAH) aufweisen:

a) Wasserwirbelkraftwerk Schöffland (WWKW): Naturnahes Umgehungsgerinne und kleine Fischschleuse;

b) Wasserkraftwerk Hirschthal (Wasserkraftschnecke WKS): Natürlicher Beckenpass.

Ein Nachweis für die Fischwanderung durch diese Anlagen stand bei beiden Anlagen noch aus, wird aber als Auflage der jeweiligen Konzession verlangt.

Sowohl beim WWKW wie auch bei der WKS handelt es sich um die ersten installierten Anlagen dieses Typs in der Schweiz. Um bei diesen Anlagen erste Erfahrungen mit der Fischwanderung in hiesigen Gewässern zu erlangen, verlangte die Sektion Jagd und Fischerei (SJF) des Kantons Aargau, mit einer auf die lokalen Verhältnisse ausgerichteten Studie die Fischwanderung in der Suhre genauer zu untersuchen und beauftragte dazu *WFN – Wasser Fisch Natur AG*.

Da zwischen Muhen und Buchs mehrere neue Kleinwasserkraftwerke (alles WKS) geplant sind und in Schöffland ein bestehendes Wehr neu ebenfalls mit einer WKS ausgerüstet werden soll wurde der Untersuchungsperimeter zusätzlich ausgedehnt.

Im Rahmen des vorliegenden Projektes wurden folgende Module mit diesen Fragestellungen bearbeitet:

## Modul A: WWKW Schöffland

- Überprüfung der Aufwärtswanderung der Fische durch die Schleuse und übers Umgehungsgerinne mittels RFID
- Überprüfung der Auf- und Abwärtswanderung durch den Rotor des WWKW mittels RFID.
- Überprüfung der Abwärtswanderung mit Netzfängen im Unterwasser der KWs (Hamenfänge)

## Modul B: KW Hirschthal

- Überprüfung der Geometrie und Hydraulik der FAH.
- Zählungen der aufsteigenden Fische im Zählbecken der FAH.
- Überprüfung der Auf- und Abwärtswanderung über die Wasserkraftschnecke mittels RFID.
- Überprüfung der Abwärtswanderung mit Netzfängen im Unterwasser der KWs (Hamenfänge)

## Modul C: Fischwanderungen im ganzen Perimeter

- Analyse der grossräumigen Fischwanderungen in der Suhre mit RFID.

Die geplanten Untersuchungen wurden in einem Konzept dargestellt und mit der Sektion Jagd und Fischerei abgesprochen. Mit dem vorliegenden Schlussbericht werden die Resultate dieser Untersuchungen zusammenge-

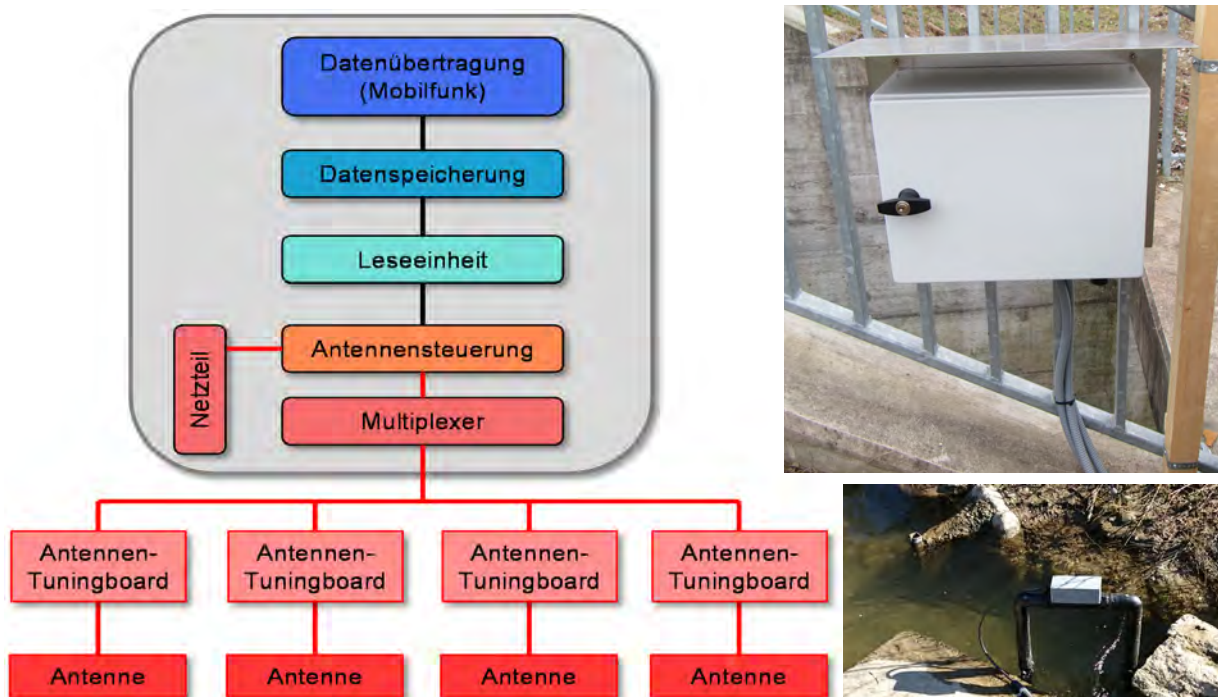
\* Ende Mai 2016 hat das WWKW Schöffland den Betrieb eingestellt und die Genossenschaft Wasserwirbel Konzepte Schweiz Konkurs angemeldet.

## 2 Technische Installationen

Um eine längerfristige Erfassung der in einem Gewässersystem wandernden Fische zu ermöglichen bietet sich die RFID-Technologie an (**R**adio **F**requency **I**Dentification). Dabei werden geeigneten Fischen PIT-Tags (**P**assiv **I**ntegrated **T**ransponder) eingesetzt, die bei Passieren eines elektromagnetischen Feldes mit definierter Frequenz (Antenne) aktiviert werden und einen individuellen Code an einen Empfänger senden. Die RFID Technologie ist seit längerer Zeit weltweit in grosser Zahl zur Überwachung von Warenflüssen und Transporten oder zur Identifizierung von Haus- und Nutztieren im Einsatz und wird auch bei Fischaufstiegsanlagen bei Kraftwerken in den USA und in Europa verschiedentlich eingesetzt.

Zur Erfassung der markierten Fische werden im Gewässer Antennen angebracht, die individuell für die jeweilige Situation konstruiert werden. Die Antennen werden aus einem Steuermodul mit Strom versorgt, so dass ein elektrisches Feld aufgebaut wird, das den Transponder aktiviert (Abbildung 1). Jede Antenne ist mit einem «Tuning Board» bestückt mit dem der Frequenzabgleich für das elektrische Feld gemacht wird.

Nach der Aktivierung des Feldes wird eine Lese-phase eingeschaltet, in der der Empfänger eventuelle Signale abhört und den übermittelten Code mit einem Zeitstempel versehen abspeichert. Pro Sekunde werden 16 Zyklen mit je zwei Drittel Zeit Aktivierungsphase und einem Drittel Zeit Lese-phase geschaltet. Pro Steuereinheit können über einen Multiplexer maximal vier Antennen versorgt werden.



**Abbildung 1:** Prinzipschema einer Anlage zur Erfassung markierter Fische mit RFID-Technologie (oben). Das Komplettsystem besteht aus einer Steuereinheit und mehreren Antennen mit je eigenem Tuning-board. Bei nur einer Antenne entfällt der Multiplexer.

Rechts oben Steuereinheit in wasserdichtem Kasten fertig montiert; rechts unten: Antenne mit Tuningboard im Gewässer



In der Suhre zwischen Schöffland und Hirschtal wurden 5 RFID-Steuermodule mit insgesamt 9 Antennen installiert (Abbildung 2):

Antenne 1: Bodenantenne in der Suhre bei der Brücke Abwasserpumpwerk Hirschtal

Antenne 2-3: KW Hirschtal, FAH Einstieg, FAH Ausstieg

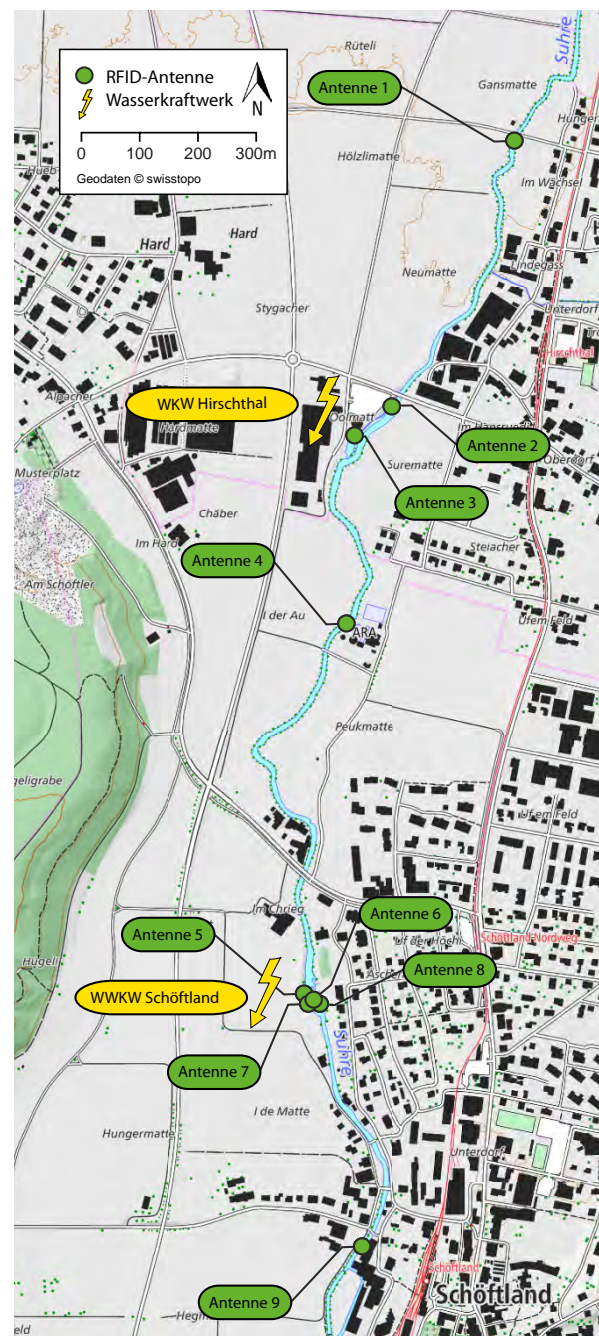
Antenne 4: Bodenantenne in der Suhre bei der Brücke ARA Schöffland

Antenne 5-8: WWKW Schöffland, Unterwasser, Schleusenausstieg, Oberwasserkanal und Umgehungsgerinne

Antenne 9: Bodenantenne in der Suhre bei der Mühle Schöffland.

Mit der Anordnung von stationären Antennen im Fluss und bei den bestehenden FAHs kann die Nutzung der letzteren durch die Fische festgestellt werden. Bei mehrmaliger Registrierung eines einzelnen Fisches in verschiedenen Antennen kann auch die Wanderrichtung eindeutig erkannt werden. Daraus lassen sich Rückschlüsse auf die Passierbarkeit der Anlagen (Turbinen und FAHs, auf- und abwärts) und die Wanderaktivität der markierten Fische ziehen.

Die Antennen und Steuereinheiten wurden zwischen dem 10. und 20. April 2015 montiert, so dass das gesamte Erfassungssystem ab 20. April 2015 betriebsbereit war. Durch ein 100-jährliches Hochwasser am 1. Mai 2015 wurden 4 Rahmenantennen zerstört. Zwischen dem 7. und 23. Juli wurden die zerstörten Antennen neu installiert, wobei die 3 Rahmenantennen im Fluss durch Schlaufenantennen auf der Bachsohle ersetzt wurden. Gesamthaft kann mit diesen Antennen die Wanderung markierter Fische über 2.4 km Bachlänge verfolgt werden. Die Antennen eins bis fünf und neun sind weiterhin in Betrieb und registrieren passierende mit PIT-Tags markierte Fische.



**Abbildung 2:** Lage und Nummern der in der Suhre installierten RFID-Antennen

### 3 Befischungen und Fischmarkierungen

Um eine genügend grosse Anzahl Fische markieren zu können (Vorgabe: mindestens 500) wurden mehrere Strecken in der Suhre elektrisch befishet (Abbildung 3).

Am 22. und 23. April 2015 wurden die Strecken 1-8 und 12-13, am 25. September 2015 die Strecken 9-11 elektrisch befishet. Alle gefangenen Fische wurden auf Art bestimmt, gemessen und gewogen und alle Exemplare mit Längen über 8 cm mit einem PIT-Tag versehen (Abbildung 4). Es wurden HDX PIT-Tags der Firma Oregon eingesetzt. Die Fische wurden anschliessend in der entsprechenden Fangstrecke zurückgesetzt.

In den zehn im Frühling 2015 befisheten Strecken konnten gesamthaft 361 Fische von 6 verschiedenen Arten erfasst und markiert werden (Tabelle 1). Im Herbst konnten in 3 Strecken weitere 356 Fische von 5 Arten mit PIT-Tags versehen werden, so dass insgesamt 717 Fische von 7 Arten mit Transpondern markiert werden konnten. Die Vorgabe von 500 markierten Fischen konnte damit übertroffen werden.

Die Abfishungen wurden aus Aufwandgründen nur halbquantitativ durchgeführt (keine Absperrnetze, nur ein Durchgang, Fische <8 cm nicht erfasst). Wir schätzen jedoch, dass Fische >8 cm Länge zu rund 75% erfasst und markiert worden sind, so dass die vorliegenden Resultate auch als repräsentativ für den Gesamtbestand in diesem Suhreabschnitt betrachtet werden können.

Die höchsten Fischdichten wurden in den Strecken 1 - 5, sowie in 9 und 10 festgestellt. Weit aus am meisten Barben wurden in den gut strukturierten Strecken 9 und 10 in tieferen Kolken unter Wurzelstöcken und in Schnellen gefangen. Bachforellen konnten in allen Strecken gefangen werden.

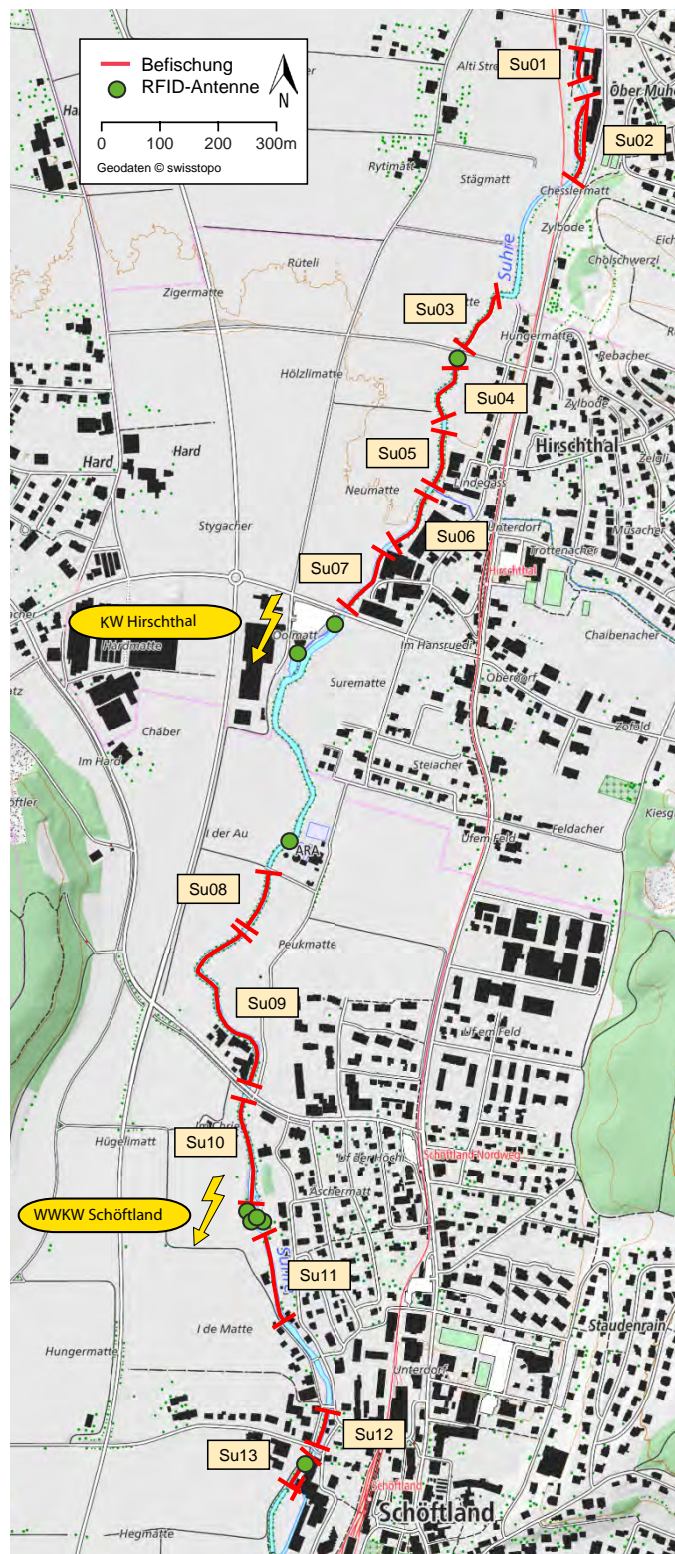


Abbildung 3: Befischungsstrecken in der Suhre und Lage der RFID-Antennen.





**Abbildung 4:** Elektrofischung in der Suhre (oben links), Messen und Wägen der gefangenen Fische (oben rechts), Einsetzen eines PIT-Tags in die Bauchhöhle einer grossen Barbe (unten links) und verwendete Tags in unterschiedlicher Grösse (unten rechts). Bilder: Norbert Schmid, GWWK und WFN.

Wir danken an dieser Stelle den zahlreichen Helfern der Firma Pfiffner AG, der Genossenschaft Wasserwirbelkraftwerke, der regionalen Fischereivereine, der SJF-AG und dem Inhaber des Fischereirechtes Hans Wehrli für die nötigen Bewilligungen und die tatkräftige Mitarbeit bei diesen Abfischungs- und Markieraktionen.

**Tabelle 1:** Anzahl der pro Absichtag und Strecke mit PIT-Tags markierten Fische nach Arten; farbig markiert sind die Antennenstandorte, grün die Antennen im Fluss, orange die Kraftwerke.

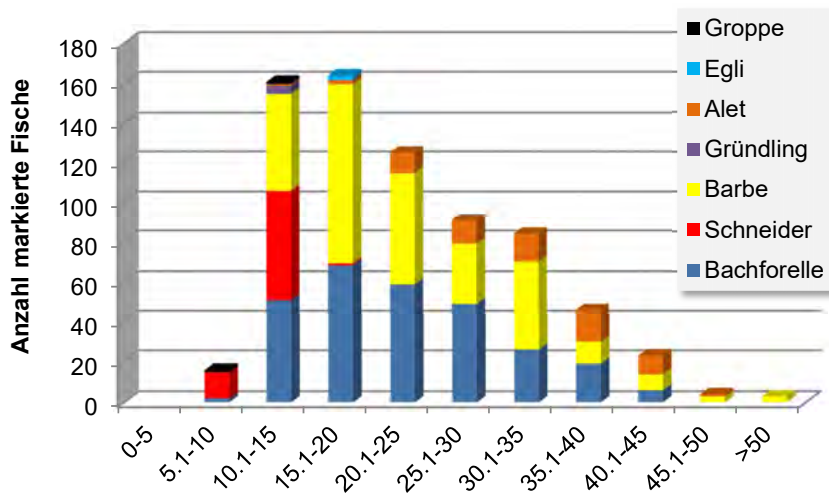
Fluss	Art	Datum Markierung	Anzahl Total	Su01	Su02	Su03	APWHIR	Su04	Su05	Su06	Su07	PFIFFHIR 1 + 2	ARASCHOE	Su08	Su09	Su10	WWKWSCH 1 - 4	Su11	Su12	MUEHLESC
Suhre	Alet	22.04.2015	2					2												
Suhre	Alet	23.04.2015	29	13	4															
Suhre	Alet	25.09.2015	34																	
	<b>Alet total</b>		<b>65</b>																	
Suhre	Bachforelle	22.04.2015	120			23		15	50	10	22									
Suhre	Bachforelle	23.04.2015	86	14	42									12						14
Suhre	Bachforelle	25.09.2015	74												36	33			5	
	<b>Bachforelle total</b>		<b>280</b>																	
Suhre	Barbe	22.04.2015	14			5		2	7											
Suhre	Barbe	23.04.2015	54	12	19									3						9
Suhre	Barbe	25.09.2015	227												83	118			26	
	<b>Barbe total</b>		<b>295</b>																	
Suhre	Schneider	22.04.2015	38			9		21	8											
Suhre	Schneider	23.04.2015	12	1										6						5
Suhre	Schneider	25.09.2015	19												5	9			5	
	<b>Schneider total</b>		<b>69</b>																	
Suhre	Egli	25.09.2015	2												1	1				
Suhre	Groppe	23.04.2015	2	1											1					
Suhre	Gründling	22.04.2015	4					2	2											
	<b>Total</b>		<b>717</b>	<b>41</b>	<b>65</b>	<b>37</b>		<b>42</b>	<b>67</b>	<b>10</b>	<b>22</b>			<b>29</b>	<b>139</b>	<b>176</b>		<b>41</b>	<b>29</b>	

Alet waren nicht in allen Strecken vorhanden und Kleinfische (Groppe, Gründling) sowie Egli konnten nur unterhalb des WWKW Schöffland festgestellt werden.

Unterhalb des KW Hirschthal wurden gesamt- haft 284 Fische erfasst und markiert, davon über die Hälfte Bachforellen. Zwischen den beiden Kraftwerken betrug die Gesamtzahl Fische >8cm 344 und mehr als die Hälfte davon waren Barben aller Grössenklassen

(Tabelle 2). Auf dem Abschnitt oberhalb des WWKW bis zur Schwelle der Mühle Schöff- land wurde ein deutlich kleinerer Fischbe- stand festgestellt.

Total wurden 295 Barben, 280 Bachforellen, 65 Alet, 69 Schneider, 4 Gründlinge, 2 Egli und 2 Gropen markiert. Dabei konnten von 8.5 – 57 cm alle Längenklassen erfasst und markiert werden (Abbildung 4). Wie die rela- tive Häufigkeit der Längsklassen zeigt, waren



**Abbildung 4:** Längenverteilung der mit PIT-Tags markierten Fische nach Arten (Frühling und Herbst kumuliert).

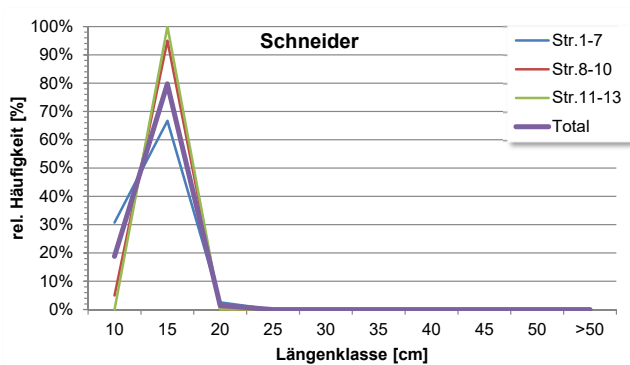
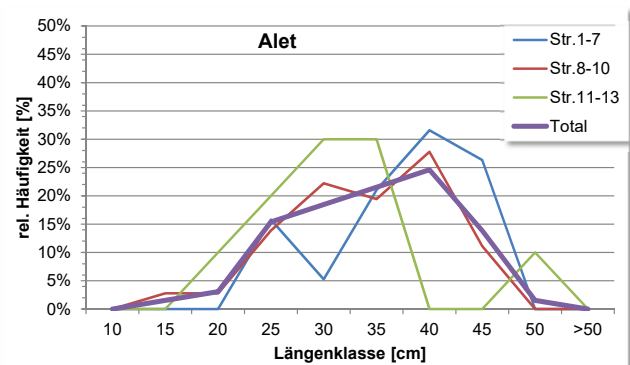
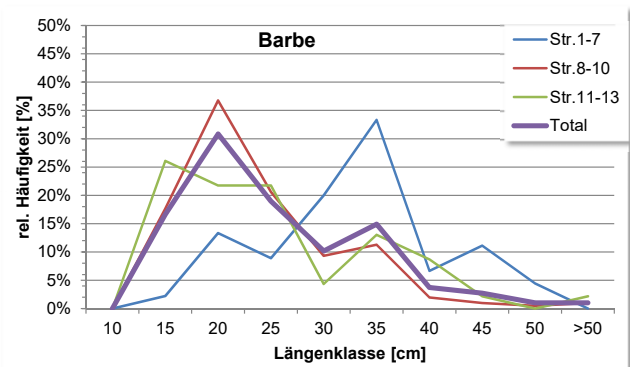
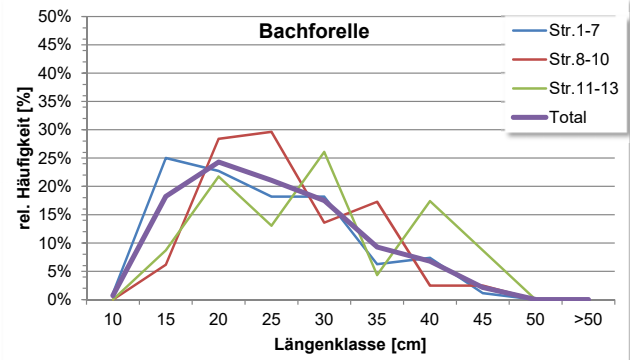
**Tabelle 2:** Gesamtzahl erfasste und markierte Fische pro Suhreabschnitt unter- und oberhalb der beiden Kraftwerksanlagen.

	Unterhalb KW Hirschthal	KW Hirschthal bis WWKW Schöffland	Oberhalb WWKW Schöffland
Bachforelle	176	81	23
Barbe	45	204	46
Alet	19	36	10
Schneider	39	20	10
div. Arten	5	3	0
Total	284	344	89

bei der Bachforelle keine wesentlichen Unterschiede unter- und oberhalb der Kraftwerke festzustellen (Abbildung 5). Bei der Barbe war die Längensklasse 30-35 cm in den untersten Strecken stärker vertreten als in den andern, und beim Alet waren in den obersten Strecken Fische >35 cm untervertreten. Gesamthaft ist in der Längenverteilung jedoch kaum ein Effekt der KW-Anlagen auszumachen.

Mit den hier erfassten 7 Arten ist das Artenspektrum deutlich kleiner als im Unterlauf der Suhre. Im Mündungsbereich wurden im Herbst 2015 mit Elektrofischungen mindestens 15 Arten festgestellt (WFN unpubl.). Wir müssen annehmen, dass dieses reduzierte Artenspektrum eine Folge der zahlreichen Wehre unterhalb von Muhen ist, die die Fischwanderung stark einschränken.

Die Bestandesgrösse der Fischfauna zwischen Obermuhen und Schöffland wird gesamthaft als recht gut mit natürlich strukturierten Populationen beurteilt. Allerdings waren auffallend viele grosse Forellen waren offensichtlich schlecht ernährt (grosser Kopf und schlanker Körper). Dies könnte darauf hindeuten, dass die Bestandesgrösse an der oberen Grenze der Tragbarkeit liegt. Da gemäss Aussage des Fischzinhabers seit Jahren kein Besatz mit Bachforellen mehr getätigt wurde, stammen die im Frühling zahlreich festgestellten Forellenbrütlinge allesamt aus erfolgreicher Naturverlaichung in der Suhre und deren Zuflüssen.



**Abbildung 5:** Relative Häufigkeit der Längensklassen der vier häufigen Arten in den Abfischungstrecken unterhalb (Str. 1-7), zwischen (Str. 8-10) und oberhalb (Str. 11-13) der beiden KWs.



## 4 KW Hirschthal

### 4.1 Technische Funktionskontrolle

Mit einer technischen Funktionskontrolle soll die Einhaltung der geometrischen und hydraulischen Richt- und Grenzwerte nach dem aktuellen Stand der Technik überprüft werden [DWA 2006, 2014].

Die Fischaufstiegshilfe beim KW Hirschthal ist als naturnaher Beckenpass konzipiert (Abbildung 6). Da sich der Gewässerabschnitt in der Barbenregion befindet, muss der Fischpass auf die Bedürfnisse der Barbe ausgerichtet werden.

Mit Messkampagnen im Juni und Juli 2015 wurden Beckenlängen und -breiten, minimale und maximale Wassertiefen, Schlitzbreiten und Fließgeschwindigkeiten im Schlitz gemessen. Die detaillierten Messwerte sind in Anhang 1 zusammengestellt.

Wenn der Beurteilung die Anforderungen für einen naturnahen Beckenpass in der Barbenregion zugrunde gelegt werden [DWA 2014], kann zusammenfassend festgestellt werden, dass die Beckenlängen überall ausreichend



**Abbildung 6:** Fischpass beim KW Hirschthal (im Uhrzeigersinn: Einstieg, unterster Abschnitt beim Zählbecken, Zählbecken in Betrieb, Einstieg ins Zählbecken, oberer Abschnitt, 2. oberster Schlitz mit eingebauter RFID-Antenne).

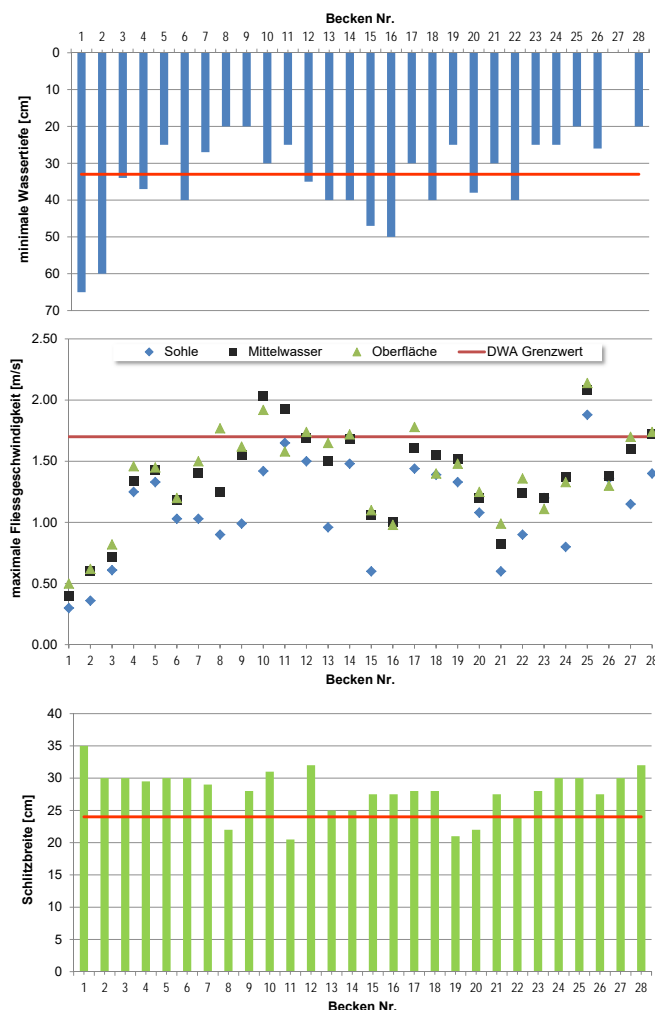


sind, die Beckenbreiten jedoch im untersten Abschnitt eher zu gering ausgefallen sind. Des weiteren ist die minimale Wassertiefe von 33 cm in 14 von 28 Becken nicht sichergestellt (Abbildung 7). Bei den Becken 10 und 11 sowie 25 wurde zudem die maximal zulässige Fließgeschwindigkeit von 1.7 m/s zum Teil deutlich übertroffen. Dies kann zur Folge haben, dass schwimmschwächere Fische diese Schlitz nicht überwinden können und die Passierbarkeit damit nicht für alle Arten und Grössenklassen gewährleistet ist. Ebenfalls problematisch für die Passierbarkeit kann die bei vier Querriegeln zu geringe Schlitzbreite werden, da damit einerseits grössere Fische ausgeschlossen werden, und andererseits die Fließgeschwindigkeit im Schlitz erhöht wird. Damit sind drei von vier Mindestanforderungen nicht erfüllt (Tabelle 3).

Im Juni 2014 wurde bei einem Suhreabfluss von 1.68 m<sup>3</sup>/s (ca. Q<sub>265</sub>) mit der Salzverdünnungsmethode durch die Firma Limnex AG der Durchfluss im Fischpass gemessen. Die beiden Messungen um 13.50 und 14.30 Uhr ergaben Werte von 114 bzw. 107 l/s. Diese Werte lagen deutlich unter den notwendigen rund 200 l/s, die für ein korrektes Funktionieren des Fischpasses notwendig wären.

**Tabelle 3:** Mindestanforderungen für eine FAH für die Leitart Barbe nach DWA [2014] und Beurteilung der FAH WKW Hirschthal.

			Anforderung erfüllt
Barbe absolute Länge L	0.7		
Barbe absolute Höhe H	0.13		
Barbe absolute Dicke D	0.08		
Mindestbeckenlänge	3 * L	2.1 m	ja
Mindestwassertiefe	2.5 * H	0.33 m	nein
Mindestschlitzbreite	3 * D	0.24 m	nein
Maximalgeschwindigkeit		1.7 m/s	nein

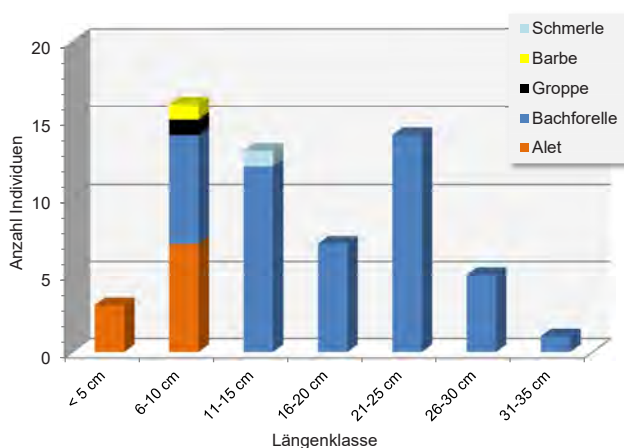


**Abbildung 7:** Minimale Wassertiefen in den Becken (oben), maximale Fließgeschwindigkeiten in den Schlitz (mitte) und Schlitzbreiten (unten) im naturnahen Beckenpass beim KW Hirschthal (Becken 1 = unten, Becken 28 = oben).

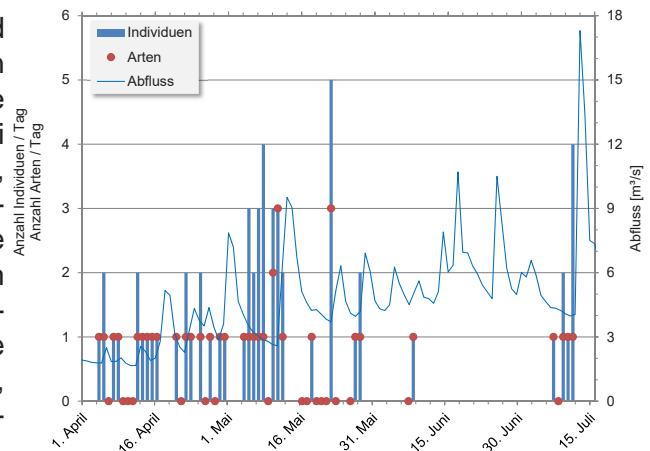
## 4.2 Biologische Funktionskontrolle

Mit der biologischen Funktionskontrolle wird überprüft, welche Arten und Längenklassen von Fischen die FAH finden und ob sie diese durchwandern können. Da im April und Mai die Laichwanderung der Barben stattfindet, und in der Suhre ein recht grosser Barbenbestand vorhanden ist, wurde am 4.4.2016 die Zählanlage in Betrieb genommen und alle in der FAH aufsteigenden Fische in das Zählbecken geleitet. Um die zu Beginn beobachtete Flucht aus dem Zählbecken zu unterbinden, wurde der Einstieg ins Zählbecken mit reusenartigen Borsten versehen (Abbildung 6). Jeden Morgen kontrollierten 2 Mitarbeiter der Firma Pfiffner die sich im Becken befindlichen Fische, bestimmten sie nach Art, vermessen sie und entliessen sie anschliessend ins Oberwasser des KW.

Bis zum 11.7.2016 wurde das Zählbecken an gesamthaft 50 Tagen überprüft. Bei grossem Abfluss ( $>6 \text{ m}^3/\text{s}$ ) war keine Zählung möglich. An 17 Tagen wurden keine Fische festgestellt, an 33 Tagen konnten insgesamt 59 Fische fünf verschiedener Arten mit Längen zwischen 5 und 35 cm registriert werden (Abbildung 8). Dabei wurden ca. Mitte Mai bei zunehmender Wasserführung maximal 5 Fische pro Tag erfasst (Abbildung 9).



**Abbildung 8:** Zusammenfassung der Fischzählungen im Zählbecken der FAH KW Hirschthal vom 4.4. - 11.7.2016 nach Arten und Individuenzahlen.



**Abbildung 9:** Aufstiegszahlen nach Arten und Individuen im Zählbecken der FAH KW Hirschthal vom 4.4. - 11.7.2016 und Abfluss der Suhre in diesem Zeitraum ( $Q > 3.5 \text{ m}^3/\text{s}$  = Wehrüberfall).

Die häufigste Art war mit 46 Fischen die Bachforelle, dies entspricht 26% des bei den Befischungen erfassten Bestandes unterhalb des KW Hirschthal. Mit 10 Individuen, oder 52% des Bestandes war der Alet die zweithäufigste Art. Barbe, Groppe und Schmerle wurden an den 50 Zähltagen nur mit je einem Individuum erfasst. Schneider und Gründling wurden gar nicht im Zählbecken gesichtet. Mit der Schmerle wurde jedoch auch eine Art nachgewiesen, die bei den Elektrobefischungen 2015 nicht festgestellt wurde.



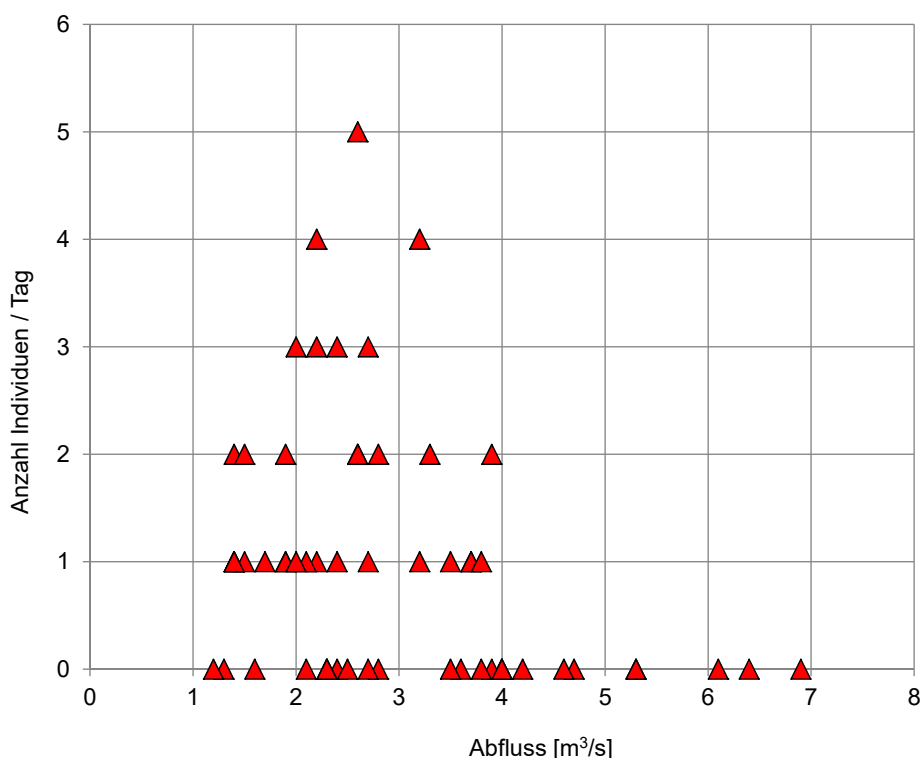
**Abbildung 10:** Zählbecken der FAH KW Hirschthal am 26. Juni 2016 bei einem Abfluss der Suhre von  $8.3 \text{ m}^3/\text{s}$  (Tagesmittelwert).

Wird der zeitliche Verlauf des Aufstiegs analysiert, zeigt sich dass ca. Mitte Mai am meisten Individuen aufstiegen. Im Juni dagegen wurde an den meisten Tagen kein Aufstieg festgestellt. Dies ist teilweise darauf zurückzuführen, dass in dieser Zeit die Suhre mehrmals eine recht grosse Wasserführung aufwies und deshalb keine Zählung vorgenommen werden konnte, weil die Trübung sehr stark war oder das Zählbecken überflutet wurde (Abbildung 10). Ein Zusammenhang zwischen Aufstiegsintensität der Längensklassen und Suhreabfluss konnte nicht nachgewiesen werden.

Gemäss allgemein gültigen Standardanforderungen sollte eine FAH mindestens für den Abflussbereich  $Q_{330}$  bis  $Q_{30}$  funktionstüchtig sein. Für die Suhre bedeutet dies, dass die FAH für Abflüsse zwischen 0.6 und 4.9  $m^3/s$  auffindbar sein müsste.

Werden die Aufstiegszahlen/Tag den jeweiligen mittleren Tagesabflüssen gegenübergestellt, so zeigt sich, dass nur gerade bei Abflüssen zwischen 1.3 und 4  $m^3/s$  Fische im Zählbecken festgestellt wurden (Abbildung 11). Ab einem Abfluss von 3.5  $m^3/s$  herrscht schwacher, ab 4  $m^3/s$  mittlerer und über 6  $m^3/s$  starker Wehrüberfall. Wahrscheinlich ist ab mittlerem Wehrüberfall die Lockströmung aus der FAH zu schwach, so dass die Fische den Einstieg nicht finden. Damit muss die Auffindbarkeit über den geforderten Abflussbereich ebenfalls in Frage gestellt werden.

Über die Passierbarkeit der FAH kann mit den vorliegenden Aufstiegszählungen keine Aussage gemacht werden, da sich das Zählbecken im untersten Bereich der FAH - drei Becken nach dem Einstieg - befindet.



**Abbildung 11:** Tägliche Individuenzahl bei den Fischzählungen im Zählbecken der FAH des KW Hirschthal vom 4.4. - 11.7.2016 und Abfluss der Suhre in Unterefeldern (Tagesmittelwert).

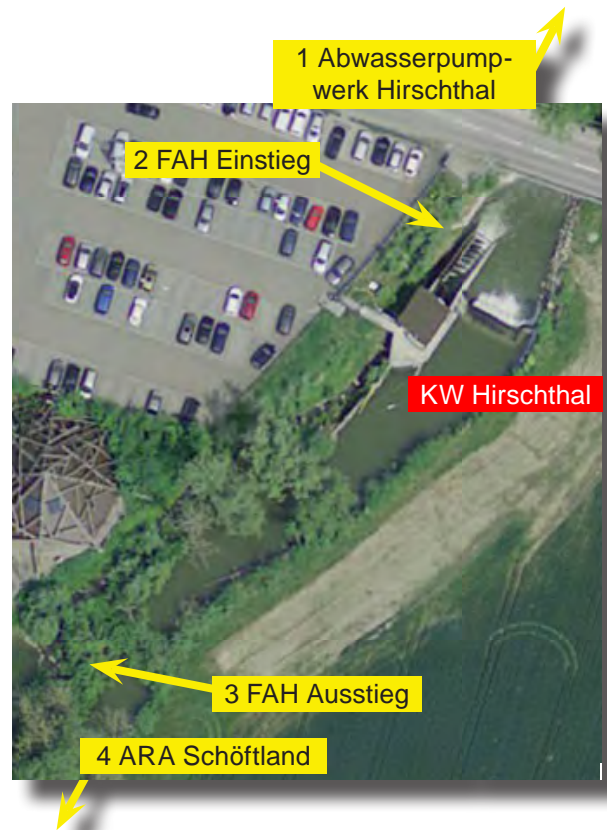
## 4.3 RFID beim KW Hirschthal

### 4.3.1 Technische Installationen

Beim KW Hirschthal wird das Wasser durch ein Schlauchwehr aufgestaut und in der Wasserkraftschnecke verarbeitet. Ab einer Wasserführung der Suhre von  $3 \text{ m}^3/\text{s}$  erfolgt Wehrüberfall, und ab  $6 \text{ m}^3/\text{s}$  wird das Schlauchwehr abgesenkt. Links der Anlage verläuft die Fischaufstiegshilfe. In deren zweitunterstem und zweitoberstem Becken wurde je eine RFID-Antenne installiert und mit dem Steuermodul im Kraftwerksgebäude verbunden (Abbildung 12). Die Länge der FAH beträgt rund 80 m.

Im Ober- und Unterwasser des KW konnte keine Antenne installiert werden, da einerseits der Querschnitt zu gross ist, und andererseits Schnecke, Einlauf und Grobrechen aus Metall sind und das elektrische Feld der Antennen zu stark beeinträchtigt würde, so dass ein einwandfreies Funktionieren nicht hätte gewährleistet werden können. Damit liegen die nächstgelegenen Antennen in der Suhre 550 m flussabwärts beim Abwasserpumpwerk Hirschthal und 430 m flussaufwärts bei der ARA Schöffland.

Markierte Fische die in die FAH ein- oder aussteigen, werden in diesen beiden Antennen registriert. Aus der zeitlichen Abfolge der unteren und oberen Signale lässt sich die Wanderrichtung feststellen. Wird ein bei der ARA registrierter Fisch anschliessend beim Abwasserpumpwerk erfasst, ohne dass Signale aus der FAH aufgezeichnet wurden, wird angenommen, dass er über die Wasserkraftschnecke, oder bei Abflüssen  $>3 \text{ m}^3/\text{s}$  übers Schlauchwehr abwärts gewandert ist.



**Abbildung 12:** Lage der RFID-Antennen beim KW Hirschthal und der nächstgelegenen Antennen in der Suhre. Die Nummern 1 - 4 beziehen sich auf die Antennennummern gemäss Kapitel 2.



### 4.3.2 Fischwanderung via FAH

Die Passierbarkeit der FAH konnte aufgrund der Signale der in beiden Antennen registrierten Fische untersucht werden. In der Zeit zwischen 20. April 2015 und 20. Dezember 2016 wurden am Unterende des Fischpasses 39 verschiedene Individuen erfasst, am oberen Ende waren es im selben Zeitraum deren 33. Gesamthaft 30 markierte Fische durchschwammen den Fischpass von unten nach oben (Abbildung 13). Die häufigsten Arten waren Bachforellen (n=10) und Barben (n=10). Sieben Schneider unter 12 cm Länge zeigen, dass auch kleine und schwimmschwächere Fische den Aufstieg schaffen. Dies entspricht total einem Anteil von 11 % der unterhalb des KW Hirschthal markierten Fische, je nach Art und Längensklasse betrug dieser Anteil 0 - 100 % (Tabelle 4). Gesamthaft scheint der Anteil des Fischbestandes in der Suhre, der in der FAH festgestellt wurde, damit doch eher klein zu sein.

Werden die drei Individuen mit Aufenthaltszeiten über 12 Stunden nicht berücksichtigt, beläuft sich die durchschnittlich benötigte Zeit für die Überwindung des Fischpasses auf rund zweieinhalb Stunden. Die schnellste Passage dauerte 33 Minuten, um die rund 80 m lange FAH mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 2.4 m/min zu überwinden. Bis auf einen Alet und eine Barbe waren alle aufsteigenden Fische unterhalb des KW Hirschthal markiert

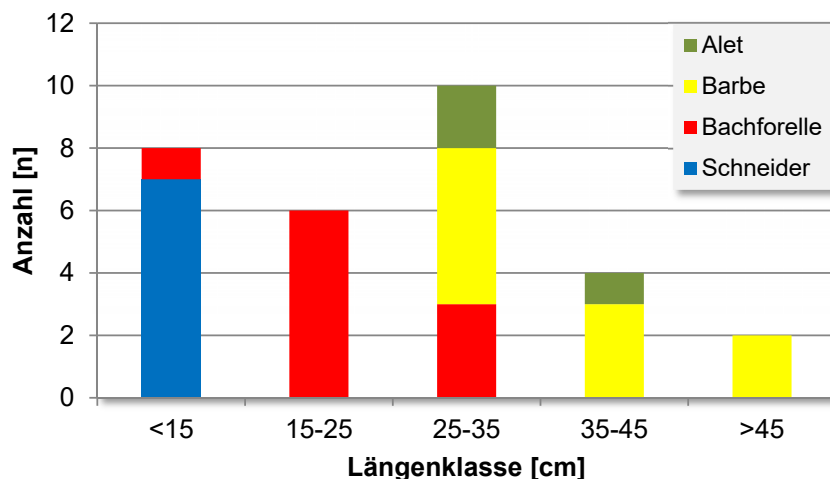
**Tabelle 4:** Anteil der über den Fischpass beim KW Hirschthal aufwärts gewanderten Fische an der Gesamtzahl der in den Strecken Su01 - Su07 markierten Fische nach Arten und Längensklassen.

LK [cm]	<15	15-25	25-35	35-45	>45	Total
Schneider	18%	0%				18%
Bachforelle	2%	8%	7%	0%		6%
Barbe	0%	0%	21%	38%	100%	22%
Alet		0%	40%	9%		16%

wurden. Eine Barbe durchschwamm den Fischpass zudem am 12.5.2016 währenddem das Zählbecken in Betrieb war, wurde in diesem allerdings nicht festgestellt. Dabei herrschte ein Abfluss von 6 - 9 m<sup>3</sup>/s, wodurch das Zählbecken wahrscheinlich überflutet wurde.

Drei Individuen durchschwammen den Fischpass von oben nach unten und benötigten dazu zwischen 14 Minuten und 1 Stunde 53 Minuten. Es handelte sich dabei um einen Alet, der einen Monat früher über den Fischpass aufwärts gewandert war, sowie um eine Barbe, die den Fischpass sowohl 2015 als auch 2016 in beiden Richtungen durchschwamm.

Erwähnenswert ist auch eine Bachforelle, die am 22.4.2015 mit 10.9 cm Länge in der untenliegenden Strecke Su05 markiert wurde. Am 25. 5. 2015 wanderte sie über die FAH aufwärts und verblieb anschliessend bis am 13.4.2016 beim Ausstieg aus der FAH. Dort wurde sie mit kürzeren oder längeren Unterbrüchen gesamthaft über 360'000 mal registriert.



**Abbildung 13:** In der FAH des WKW Hirschthal beim Aufstieg registrierte mit PIT-Tags markierte Fische zwischen April 2015 und Dezember 2016.

### 4.3.3 Fischwanderung via WKS

Werden die Bewegungen der mit PIT-Tags markierten Fische genauer analysiert, kann festgestellt werden, dass seit April 2015 gesamthaft sechs markierte Fische (1 Alet, 2 Barben, 3 Bachforellen, ca. 2% aller unterhalb des KW markierten) über die Wasserkraftschnecke (WKS) oder das Wehr des KW Hirschthal abwärts gewandert sind (s. Rohdaten in Anhang 2). Diese wurden bei der Antenne 4 (ARA Schöffland) registriert und hinterliessen anschliessend bei Antenne 1 (Abwasserpumpwerk Hirschthal) ihre nächsten Signale, jedoch nicht in den beiden Antennen der FAH Hirschthal. Die betroffenen Fische wiesen zum Zeitpunkt der Markierung Längen von 22 - 43 cm auf. Die Abflussverhältnisse an den entsprechenden Tagen weisen viermal Niederwassersituationen (1 - 2 m<sup>3</sup>/s), einmal Mittelwasser (3 - 3.5 m<sup>3</sup>/s) mit leichtem bis mittlerem Wehrüberfall und zweimal Hochwasser (>6 m<sup>3</sup>/s) aus. Bei letzterer Situation könnten die 43 cm lange Bachforelle und die Barbe mit 45 cm Länge übers Wehr abwärts gewandert sein.

Bemerkenswert ist jedoch die Bachforelle 9223619654971079483, 38 cm lang, die vom 5. auf den 6.8.2015 bei ca. 1 m<sup>3</sup>/s Abfluss über die WKS abwärts wanderte, anschliessend am 6.8. wieder bei der ARA Schöffland und am 7.8. erneut beim Abwasserpumpwerk Hirschthal registriert wurde, ohne dass ihre Signale in der FAH Hirschthal aufgezeichnet wurden.

Diese Resultate zeigen, dass eine Abwärtswanderung über WKS und Wehr auch für grössere Fische möglich ist, aber wohl nicht sehr häufig vorkommt. Aufgrund von Beobachtungen an der Wasserkraftschnecke scheint dies durchaus wahrscheinlich, da die Schnecke relativ langsam dreht (10-20 U/min) und die abwärts fliessenden «Wasserpakete» recht gross sind. Eine gewisse Gefahr birgt allerdings das obere Ende der Schnecke (Abbildung 14), deren gerade Kante beim Eintauchen ziemlich hart aufschlägt und einen in diesem Moment passierenden Fisch wahrscheinlich zerteilen würde. Hier kann nur eine konstruktive Anpassung der Schnecke Abhilfe schaffen.



**Abbildung 14:** Einsteig zur FAH des KW Hirschthal am 7.11.2015 bei einem Abfluss von 0.445 m<sup>3</sup>/s und KW stillstehend.

Die vorliegenden Daten erlauben jedoch keine Aussage über das Überleben dieser «Abwärtswanderer», da - mit Ausnahme der erwähnten Bachforelle - jeweils nur einige wenige Signale aus der untenliegenden Antenne 1 empfangen wurden.

Nebst dieser Bachforelle wurden noch von einer Barbe (30 cm Länge) Signale empfangen, die nahe legen, dass diese das KW aufwärts überwunden hat, ohne die Fischaufstiegshilfe zu passieren. Diese bewegte sich zwischen dem 1. und 21.2.2016 vom Abwasserpumpwerk Hirschthal zur ARA Schöffland. In diesem Zeitraum war eine erhöhte Wasserführung zwischen 3 und 6.4 m<sup>3</sup>/s vorherrschend und das Schlauchwehr könnte zeitweise abgelegt worden sein. Bei hohem Unterwasserpegel könnte ein Überspringen des Wehrs eventuell denkbar sein. Zudem ist bei Hochwasser der untere und der oberste Bereich des Fischpasses überflutet, so dass ein Fisch unter Umständen ausserhalb der Reichweite der Antennen vorbei schwimmen kann.

## 4.4 Gesamtbeurteilung KW Hirschthal

Unsere Messungen im Rahmen der technischen Funktionskontrolle zeigten, dass die Fischaufstiegshilfe beim KW Hirschthal nicht alle geometrischen und hydraulischen Anforderungen auf der ganzen Länge zu erfüllen vermag. Insbesondere minimale Wassertiefe und Schlitzbreite werden bei einigen Becken unterschritten und die maximalen Fließgeschwindigkeiten liegen in einigen Becken über dem Grenzwert. Zudem scheint die Dotierung nicht den Vorgaben zu entsprechen.

Die Fischzählungen am unteren Ende der FAH ergaben sehr kleine Zahlen aufsteigender Fische. Obwohl die Zählungen auch die Hauptwanderzeit der Barben umfassten und in der Suhre ein beträchtlicher Barbenbestand vorhanden ist, konnte nur eine einzige Barbe im Zählbecken erfasst werden. Die Auffindbarkeit der FAH muss aufgrund dieser Resultate sehr in Frage gestellt werden. Andererseits zeigen die Daten von PIT-Tag markierten Fischen, dass die FAH sowohl für kleine Schneider als auch kleine und grosse Bachforellen, Alet und Barben - trotz der hydraulischen Mängel - durchaus passierbar ist.

Der Einstieg in die FAH ist grundsätzlich richtig plaziert (Abbildung 15). Eine Analyse der Strömungssituation im Bereich des Einstiegs in die FAH zeigt aber, dass vor allem bei grösseren Abflüssen keine klar erkennbare Lockströmung neben dem turbulenten Wasser aus der Schnecke den Weg in die FAH weist (Ab-



**Abbildung 15:** Einstieg zur FAH des KW Hirschthal am 7.11.2015 bei einem Abfluss von 0.445 m<sup>3</sup>/s und KW stillstehend.

bildung 16). Dies dürfte auf eine zu geringe Wassermenge im Vergleich zur turbinierten Wassermenge zurückzuführen sein. Bei grossen Abflüssen und Wehrüberfall ist die Lockströmung erst recht vernachlässigbar klein und der Einstiegsbereich zudem vollständig überflutet, so dass ein Auffinden der FAH eher unwahrscheinlich scheint. Gesamthaft ist die Auffindbarkeit so wohl nicht gewährleistet.

Die Durchgängigkeit für die Fischfauna beim KW Hirschthal wird aufgrund dieser Resultate gesamthaft als ungenügend beurteilt. Mit geeigneten Anpassungen der FAH und insbesondere einer Verstärkung der Lockströmung kann sie jedoch verbessert werden.

Eine Abwanderung über die WKS scheint in Ausnahmefällen möglich zu sein und bei Wehrüberfall ist wohl auch eine Abwanderung auf diesem Weg denkbar. Allerdings bietet die dem Schlauchwehr vorgelagerte Betonplatte ein beträchtliches Verletzungsrisiko, so wie auch die hart eintauchende Kante des Schneckenblattes. Diese Mängel sind nur mit grösseren Anpassungen der Anlage zu beheben.

Es war geplant mit dem Einsatz eines Hamennetzes die Abwärtswanderung über die WKS zu prüfen. Der benötigte Hamen hätte gemeinsam mit dem WWKW Schöffland angeschafft werden sollen. Aufgrund des Konkurses der Genossenschaft WWKW musste dieses Vorhaben allerdings sistiert werden.



**Abbildung 16:** Einstieg zur FAH des KW Hirschthal am 6.5.2015 bei einem Abfluss von >3 m<sup>3</sup>/s.



## 5 WWKW Schöffland

### 5.1 Übersicht WWKW

Beim Wasserwirbelkraftwerk Schöffland (WWKW) wird das Wasser aus der Suhre umgeleitet und über einen Oberwasserkanal dem Rotor zugeführt und über einen Unterwasserkanal in die Suhre zurück geleitet. Bei der Ausleitung wird ein Umgehungsgewässer mit mindestens 410 l/s gespiesen. Bis zu einer Wasserführung der Suhre von 6 m<sup>3</sup>/s wird das Wasser vollständig im WWKW genutzt, ab diesem Abfluss wird die Hochwasserentlastung aktiviert und das Überschusswasser rechts am Wirbel vorbei ins Unterwasser geleitet (Abbildung 17).

Um die Fischwanderung und insbesondere die Passage durch den Wirbel erfassen zu können, wurde im Unterwasserkanal ca. 20 m unterhalb des Wirbels und im Einlauf im Ober-

wasserkanal je eine RFID-Antenne installiert (Abbildung 18). Damit die Fische den Wirbel überwinden können, müssen sie unter dem Becken im Auslauf des Wirbels eine starke Strömung und mehrere Dezimeter Höhendifferenz überwinden. Um auch die Fischwanderung ums Becken herum zu dokumentieren, wurde je eine weitere Antenne beim Schleusenausgang und zuoberst im Umgehungsgewässer montiert. Die nächstgelegenen Antennen in der Suhre liegen 690 m flussabwärts bei der ARA Schöffland und 450 m flussaufwärts bei der Mühle Schöffland.



**Abbildung 17:** Situation und Lage der RFID-Antennen beim WWKW Schöffland und nächstgelegene Antennen in der Suhre. Die Nummern 4 - 9 beziehen sich auf die Antennennummern gemäss Kapitel 2.





**Abbildung 18:** RFID-Antennen im Oberwasserkanal zum Wasserwirbel (links) und am Ausgang aus der Fischschleuse (rechts).

Markierte Fische die bei Antenne 5 im Unterwasser und anschliessend bei Antenne 7 im Oberwasser registriert wurden, haben den Wasserwirbel aufwärts passiert. Wird ein Fisch bei 5 und anschliessend beim Schleusenausgang (Antenne 2) registriert, so wird ein Schleusendurchgang festgestellt und bei einer Passage bei Antenne 8 und anschliessend bei Antenne 9 kann eine Aufwärtswanderung über das Umgehungsgewässer bestätigt werden. Bei zeitlich umgekehrter Reihenfolge ist jeweils eine Abwärtswanderung erfolgt.

Beim Hochwasser vom 1. Mai 2015 wurde das Regulierwehr beschädigt, die Schleuse mit Kies und Sand aufgefüllt und die Antenne im Umgehungsgewässer weggerissen (Abbildung 19). Letztere wurde im Juli 2015 ersetzt, das WWKW wie auch die Fischschleuse konnten jedoch erst im Herbst repariert und wieder in Betrieb genommen werden. Am 30. Mai 2016 meldete die Genossenschaft Zahlungsunfähigkeit an und es wurde ein Konkursverfahren eröffnet. Am 6. Juni 2016 wurde die Anlage durch Vandalen beschädigt und seither ist das WWKW nicht mehr in Betrieb. Am 20. Dezember 2016 wurde der Wirbel demontiert.

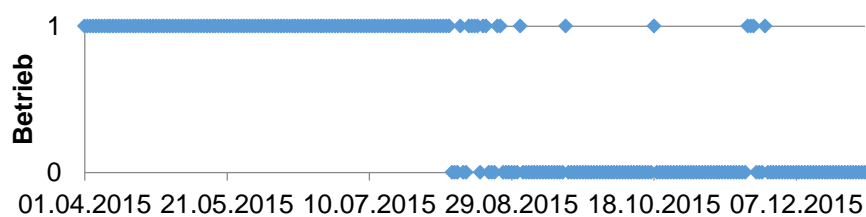


**Abbildung 19:** RFID-Antennen im Umgehungsgewässer des WWKW Schöffland, oben nach dem Hochwasser vom 1.5.2015, unten nach der Neuinstallation und Wiederaufnahme des Betriebes im September 2015.

## 5.2 Fischwanderung beim WWKW allgemein

Bei der Interpretation der folgenden Resultate ist zu berücksichtigen, dass das WWKW beim Hochwasser vom 1.5.2015 teilweise zerstört wurde (Abbildung 21). Das Revisionswehr blieb bis am 5.8.2015 geschlossen und die Anlage war damit ausser Betrieb. Während dieser Zeit war auch die Fischschleuse ausser Betrieb und das Umgehungsgewässer trocken, da das Wasser über die Hochwasserentlastung abfloss. Am 27.8.2015 war die Anlage fertig repariert und nahm den regulären Betrieb wie auch die normale Dotierung des Umgehungsgewässers wieder auf. Aufgrund der sehr geringen Abflüsse in der Suhre ab 2 September bis Ende Dezember 2015 ( $Q < 600$  l/s) war das WWKW in dieser Zeit höchstens einzelne Tage in Betrieb (Abbildung 20). Gesamthaft betrug die Betriebsdauer 2015 235 Tage.

Von anfangs Januar bis anfangs Juni 2016 war das WWKW wiederum normal in Betrieb. In den vier Antennen beim Wasserwirbelkraftwerk wurden Signale von insgesamt 128 Fischen in einer der vier Antennen registriert: 117 im Unterwasserkanal, 64 beim Ausgang der Fischschleuse, 27 im Einlaufkanal und 4 im Umgehungsgerinne. 111 Individuen wurden unterhalb des WWKW markiert (Strecken Su01-Su10), 17 oberhalb des WWKW Strecken Su11-Su13. Die Redetektionsrate liegt damit bei 17.6% der unterhalb, bzw. 19.1% der oberhalb markierten. 113 dieser Fische wurden auch ober- und/oder unterhalb des WWKW erfasst. Dies erlaubt, die Durchgängigkeit des WWKW und der Installationen zur Ermöglichung der Fischwanderung genauer zu überprüfen.



**Abbildung 20:**  
Stellung des Revisionswehrs beim WWKW:  
1 = offen und normaler Betrieb,  
0 = geschlossen und kein Betrieb.



**Abbildung 21:** Hochwasser vom 1. Mai 2015 das WWKW wird überflutet und verschiedene Teile werden beschädigt.



### 5.3 Fischwanderung via Fischschleuse

Da die Schleuse beim Hochwasser vom 1.5.2015 mit Schlamm und Geröll aufgefüllt wurde, war sie anschliessend über längere Zeit ausser Betrieb (Abbildung 22).

Die in Antenne 6 beim Ausgang der Fischschleuse registrierten Fische haben diese nur passiert, wenn sie vorher oder nachher bei Antenne 5 im Unterwasser registriert wurden. Gesamthaft wurden 64 Fische bei Antenne 6 aufgezeichnet. Bei mehreren konnte festgestellt werden, dass zwischen Antenne 5 und 6 bloss eine Zeitdifferenz von 1 oder 2 Sekunden lag. Da dies rein physisch nicht möglich ist, werden diese als «Fehlregistrierungen» markiert. Der Grund dafür ist nicht klar, dürfte aber beim Steuermodul liegen. Deshalb wurde die Zeitdifferenz auf mindestens 5 Sekunden festgelegt, die zwischen der Registrierung im Unterwasser und an der Schleuse liegen müssen. Weiter wurde des öfteren festgestellt, dass zwischen dem Zeitstempel von Antenne 5 im Unterwasser des WWKW und Antenne 6 am Schleusenausgang mehrere Tage verstrichen. Mit wenigen Ausnahmen war dies der Fall, als das Wasser über die Hochwasserentlastung abfloss. Wir nehmen deshalb an, dass bei einer Zeitdifferenz von >48 Stunden die betreffenden Fische über diesen Weg aufwärts schwammen und sich anschliessend von oben her der Schleuse näherten.

Unter Berücksichtigung all dieser Einschränkungen, kann noch für 9 Barben und 2 Alet von einer erfolgreichen Aufwärtswanderung über die Fischschleuse ausgegangen werden. Dies entspricht einem Anteil von gut 3% aller zwischen KW Hirschthal und WWKW markierten Fische.

22 Fische (17 Barben, 4 Alet und 1 Bachforelle) durchschwammen die Schleuse abwärts. Davon waren 4 Fische oberhalb des WWKW markiert worden, was einem Anteil von 4.5% aller oberhalb markierten entspricht. Bei zwei Barben und einem Alet wurde zudem festgestellt, dass sie die Schleuse mehrmals aufwärts und abwärts durchquerten.



**Abbildung 22:** Die Fischschleuse wurde beim Hochwasser vom 1.5.2015 teilweise mit Schlamm angefüllt.

Verschiedentlich wurden auch einzelne Fische in der unten offenen Schleuse beobachtet. Eine Auswahl der Daten von 12 Fischen mit verschiedenen Bewegungen im Zusammenhang mit der Fischschleuse ist in Anhang 3 zusammengestellt.

Weiter wurden 22 Fische bei Antenne 5 registriert, die von unten her kamen und oberhalb des WWKW nicht festgestellt wurden. Diese waren möglicherweise «wanderwillig», fanden aber keinen Weg weiter aufwärts. Andererseits zeigen Videoaufnahmen vom September 2015 unterhalb des Wasserwirbels grosse Schneiderschwärme, einzelne Barben und Bachforellen. Offensichtlich ist diese Stelle auch ein beliebter Nahrungsplatz, da zahlreiche Futterorganismen über den Wirbel abwärts geschwemmt werden.

Gesamthaft wird festgehalten, dass weniger als 5 % aller unterhalb bzw. oberhalb markierten Fische die Schleuse entweder flussaufwärts oder flussabwärts benutzten. Aufgrund dieser Resultate kann die Fischschleuse und deren Betrieb beim WWKW nicht als taugliche Einrichtung zur Gewährleistung der Fischwanderung bezeichnet werden. Eine mögliche Ursache dürfte die Platzierung des Schleuseneinstiegs sein, da die Fische unter dem turbulenten und stark strömenden Abfluss des Wasserwirbels hindurch schwimmen müssen, um diesen erreichen zu können.

## 5.4 Fischwanderung via Umgehungsgewässer

Beim Umgehungsgewässer (UGG) ist zu berücksichtigen, dass dieses nach dem Hochwasser vom 1. Mai 2015 bis zum 28. August 2015 trocken lag, da aufgrund der beschädigten Hochwasserentlastung der Staupegel nicht eingehalten und damit die Dotierung von mindestens 410 l/s gemäss Konzession nicht eingehalten werden konnte. Gesamthaft wurden in Antenne 8 über die ganze Zeit nur 4 Fische registriert. Ein Auszug der Detaildaten findet sich in Anhang 4:

- Eine Barbe (PIT-Nr. 9223619654971079780) wanderte am 2.6.2016 über die Hochwasserentlastung aufwärts, am 20.6. nahm sie den Weg übers Umgehungsgewässer abwärts. Zehn Tage später wanderte sie wieder über die Hochwasserentlastung aufwärts, nach weiteren 5 Tagen über die Schleuse abwärts, und im Oktober wiederum über die Hochwasserentlastung aufwärts zur Mühle.
- Eine weitere Barbe (PIT-Nr. 9223619654971079782) nahm am 19.6.2016 den Weg abwärts von der Mühle übers Umgehungsgewässer ins Unterwasser des WWKW.
- Eine Barbe (PIT-Nr. 9223619654971079830) schwamm zwischen Oktober 2015 und Januar 2016 übers Umgehungsgewässer aufwärts, und im März 2016 offensichtlich auf demselben Weg wieder abwärts.
- Weiter empfangen wir Signale einer Barbe (PIT-Nr. 9223619654971079892), die zwischen November 2015 und Oktober 2016 häufig zwischen Mühle, Schleusenausgang, Oberwasserkanal und Umgehungsgewässer zirkulierte, aber den Weg abwärts offensichtlich nicht fand (oder nicht finden wollte), denn in den untenliegenden Antennen wurde dieser Fisch nie registriert.

Gesamthaft kann festgehalten werden, dass das UGG - auch wenn es normal durchflossen war - die Funktion als Fischaufstiegshilfe nicht erfüllt hat. Dies ist mit grosser Wahrscheinlichkeit darauf zurückzuführen, dass die Mündung in den Suhrelauf relativ weit unterhalb des Hindernisses liegt. Weiter ist das naturnahe Gerinne im untersten Abschnitt relativ breit aufgefächert und weist dadurch bei Niederwasserführung der Suhre nur geringe Wassertiefen auf (Abbildung 23). Dies erschwert einerseits die Auffindbarkeit und andererseits auch die Passierbarkeit des Gerinnes.



**Abbildung 23:** Unterster Abschnitt und Mündungsbereich des Umgehungsgewässers bei Niederwasser im Februar 2015.



## 5.5 Fischwanderung via Wasserwirbel

Bei gesamthaft sieben markierten Fischen (3 Alet, 3 Barben, 1 Bachforelle) konnte festgestellt werden, dass sie - teilweise mehrmals - über den Wasserwirbel auf- oder abwärts wanderten. Ausser bei zwei registrierten Passagen zwischen Antenne 5 im Unterwasser und Antenne 7 im Oberwasser war das Revisionswehr immer geschlossen und der Rotor drehte mit wenig Wasser im Leerlauf. In dieser Situation konnten die Fische den Wirbel wohl überwinden, aber den Einlaufkanal nicht aufwärts verlassen und drehten über kurz oder lang wieder um.

Bei zwei dieser Bewegungen war der Wasserwirbel in Betrieb:

- Eine Bachforelle (PIT-Nr 9223619654971079486) durchschwamm den Wirbel am 18.10.2015 aufwärts.
- Eine Barbe (PIT-Nr 9223619654971079869) durchschwamm den Wirbel am 11.5.2016 abwärts.

Bei allen Bewegungen der restlichen fünf Fische zwischen den Antennen 5 und 7 war die Anlage ausser Betrieb (Abbildung 24). Die Detaildaten dieser Fische sind in Anhang 5 zusammengestellt.



**Abbildung 24:** Der Rotor des Wasserwirbelkraftwerks Schöffland am 28.10.2015 bei Stillstand wegen Niederwasser.,

## 5.6 Gesamtbeurteilung WWKW Schöffland

In der Werbung für Wasserwirbelkraftwerke wird betont, dass mit diesem Typ der Wassernutzung die Durchgängigkeit für Fische gewährleistet sei, die Fische demnach den Wasserwirbel auf- und abwärts ungehindert überwinden könnten. Bisher konnten jedoch keine gesicherten Erkenntnisse über die Passierbarkeit des Wasserwirbels gewonnen werden. Mit den vorliegenden Resultate wird gezeigt, dass mit der eingesetzten Kombination von Antennen an verschiedenen Standorten über rund 600 Tage bei Normalbetrieb der Anlage nur je ein einziger markierter Fisch registriert werden konnte, der den Wirbel von unten oder von oben her durchquert hat. Bei 717 markierten Fischen in der Suhre entspricht dies einer Erfolgsquote von 0.2 %. Alle anderen registrierten Fische, die bei den Antennen im Unterwasser und im Oberwasser aufgezeichnet wurden, haben diese Passage nur bei stillstehendem oder ganz langsam drehendem Rotor vollzogen. Unsere Resultate erlauben daher den Schluss, dass der Wasserwirbel von Fischen bei normalem Betrieb weder aufwärts noch abwärts überwunden werden kann und die Fischgängigkeit demnach in keiner Weise gewährleistet ist.

Die eingesetzte Fischschleuse und das Umgehungsgerinne zeigten ebenfalls sehr eingeschränkte Funktionstüchtigkeit. Einerseits waren die entsprechenden Anlagenteile vielfach ausser Betrieb (Schleuse), oder sie sind falsch konzipiert worden. Die Mündung des Umgehungsgewässer liegt am falschen Ort, und zum Erreichen der Schleuse muss der Abstrom des Wasserwirbels unterquert werden.

Auf die geplanten Erhebungen zum Fischabstieg mittels eines Hamennetzes, das unterhalb des Wirbels installiert werden sollte und die (passiv oder aktiv) absteigenden Fische hätte auffangen sollen, musste verzichtet werden. Kurz bevor der Bau des Netzes in Auftrag gegeben wurde, meldete die Betreibergesellschaft Konkurs an und in Rücksprache mit dem Auftraggeber wurde daraufhin dieser Teil der Studie nicht durchgeführt.

Die gesamte Anlage des Wasserwirbelkraftwerks Schöffland stellt demnach für die Fischwanderung bei normalem Betrieb ein unüberwindbares Hindernis dar. Wenn der Wirbel ausser Betrieb ist, kann eine Fischwanderung mit Einschränkungen stattfinden. Da die Betreibergesellschaft inzwischen im Konkursverfahren ist, muss sicher auch ein Rückbau der Anlage in Betracht gezogen werden, um die Durchgängigkeit der Suhre für die Fischfauna wieder herzustellen.

## 6 Fischwanderungen im Perimeter

Zwischen 21. April 2015 und 20. Dezember 2016 waren die RFID-Anlagen in der Suhre während gesamthaft 610 Tagen in Betrieb. In dieser Zeit wurden bei den neun Antennen gesamthaft rund 1.2 Mio Signale von PIT-Tags registriert. Diese können total 240 verschiedenen Fischen oder rund einem Drittel aller markierten Fische zugeordnet werden (Tabelle 5). Dabei wurden jedoch beträchtliche Unterschiede bezüglich Arten und Längenklassen festgestellt. Von den markierten Alet wurden über zwei Drittel, von Bachforellen, Schneider und Gründling nur je rund ein Viertel der markierten erfasst. Bezüglich Längenklassen zeigt sich, dass von grösseren Fischen über 20 cm Länge deutlich mehr Redetektionen erfolgten als von kleineren. Dies kann zwei Ursachen haben. Einerseits ist denkbar, dass die grossen, 23 mm langen Tags mit einer etwas grösseren Reichweite leichter erfasst werden können als die kleinen, nur 12 mm langen Tags. Andererseits ist ebenso möglich, dass die grösseren Fische mehr und ausgedehntere Wanderungen z.B. zur Fortpflanzung unternehmen als die kleineren.

Werden die Signale nach Antennenstandorten aufgeschlüsselt, so zeigt sich, dass am meisten Signale im Unterwasser des WWKW (WWKWSC-1), sowie am oberen Ende des Fischpasses beim KW Hirschthal (PFIFFH-2) und bei der Mühle Schöftland (MUEHLE-1) registriert wurden (Tabelle 6).

**Tabelle 6:** Anzahl der Signale und Anzahl erfasste Fische pro Antenne über den ganzen Erfassungszeitraum kumuliert.

Standort	Antennen-Nr	Total Signale	Total Fische
APWHIR-1	1	23'457	63
PFIFFH-1	2	12'762	39
PFIFFH-2	3	355'636	33
ARASCH-1	4	25'442	87
WWKWSC-1	5	432'935	117
WWKWSC-2	6	4'910	64
WWKWSC-3	7	13'983	27
WWKWSC-4	8	430	4
MUEHLE-1	9	309'077	91

Diese Häufungen sind in erster Linie auf drei sehr standorttreue Fische zurückzuführen, die sich dort über längere Zeit eingenistet haben:

- Eine Bachforelle von 10.9 cm Länge bei der Markierung (PIT-Nr509285849059776061) hat nach dem Aufstieg über die FAH beim KW Hirschthal am 26.5.2015 am oberen Ende ihren Standplatz bezogen und in dieser Antenne bis am 13.4.2016 gesamthaft über 350'000 Signale abgegeben.
- Eine Barbe (PIT-Nr9223619654971079599) von 34 cm Länge wurde bei der Antenne Mühle Schöftland zwischen 23.4.2015 und 22.11.2016 insgesamt rund 250'000 mal registriert.

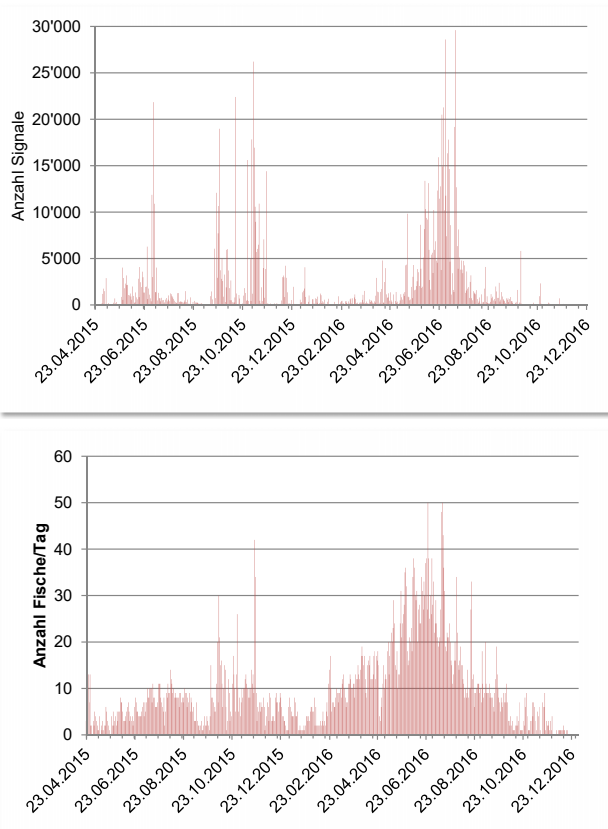
**Tabelle 5:** Anzahl der mit PIT-Tags markierten (rot) und in den Antennenanlagen in der Suhre 2015/16 registrierten Fische nach Arten und Längenklassen.

LK [cm]	Alet	Bachforelle	Barbe	Gründling	Schneider	Egli	Groppe	Total	%/LK	%/Markiert
<10		<b>1(2)</b>			<b>6(13)</b>		<b>(1)</b>	<b>7(16)</b>	2.9%	43.8%
10-15	<b>(1)</b>	<b>8(51)</b>	<b>2(49)</b>	<b>1(4)</b>	<b>10(55)</b>		<b>(1)</b>	<b>21(161)</b>	8.8%	13.0%
15-20	<b>(2)</b>	<b>12(68)</b>	<b>3(91)</b>		<b>1(1)</b>	<b>(2)</b>		<b>16(164)</b>	6.7%	9.8%
20-25	<b>7(10)</b>	<b>15(59)</b>	<b>37(56)</b>					<b>59(125)</b>	24.6%	47.2%
25-30	<b>10(12)</b>	<b>15(49)</b>	<b>16(30)</b>					<b>41(91)</b>	17.1%	45.1%
30-35	<b>10(14)</b>	<b>7(26)</b>	<b>31(44)</b>					<b>48(84)</b>	20.0%	57.1%
35-40	<b>11(16)</b>	<b>9(19)</b>	<b>8(11)</b>					<b>28(46)</b>	11.7%	60.9%
40-45	<b>6(9)</b>	<b>3(6)</b>	<b>5(8)</b>					<b>14(23)</b>	5.8%	60.9%
45-50	<b>1(1)</b>		<b>3(3)</b>					<b>4(4)</b>	1.7%	100.0%
>50			<b>2(3)</b>					<b>2(3)</b>	0.8%	66.7%
	<b>45(65)</b>	<b>70(280)</b>	<b>107(295)</b>	<b>1(4)</b>	<b>17(69)</b>	<b>0(2)</b>	<b>0(2)</b>	<b>240(717)</b>	100.0%	33.5%
%/Art	69.2%	25.0%	36.3%	25.0%	24.6%	0.0%	0.0%	33.5%		



- Eine Barbe (PIT-Nr 9223619654971079634) mit 23.3 cm Länge wurde im Unterwasserkanal des WWKW zwischen 3.5. und 8.9.2015 gesamthaft 81'000 mal registriert. Sehr häufig war sie dabei tagsüber weg und kam erst gegen Abend wieder an ihren Standplatz zurück, wo sie bis zum nächsten Vormittag blieb.

Die Wanderaktivitäten der Fischfauna über die Zeit zeigen eine Summierung der Anzahl Signale aller Standorte und Antennen (maximal 1 Signal pro Sekunde und Antenne, Abbildung 25). Ein praktisch identisches Bild ergibt sich, wenn die Anzahl registrierter Fische pro Tag aufsummiert und über die Zeit dargestellt wird. Dabei wird eine Häufung der Signale im Frühling und Frühherbst 2015, sowie im Frühling und Frühsommer 2016 ersichtlich, die auf eine verstärkte Aktivität vor und während der Laichzeit hindeutet. Aber auch im Winter finden offensichtlich Bewegungen statt, wie die zahlreichen aktiven Fische zwischen November 2015 und Januar 2016 zeigen.



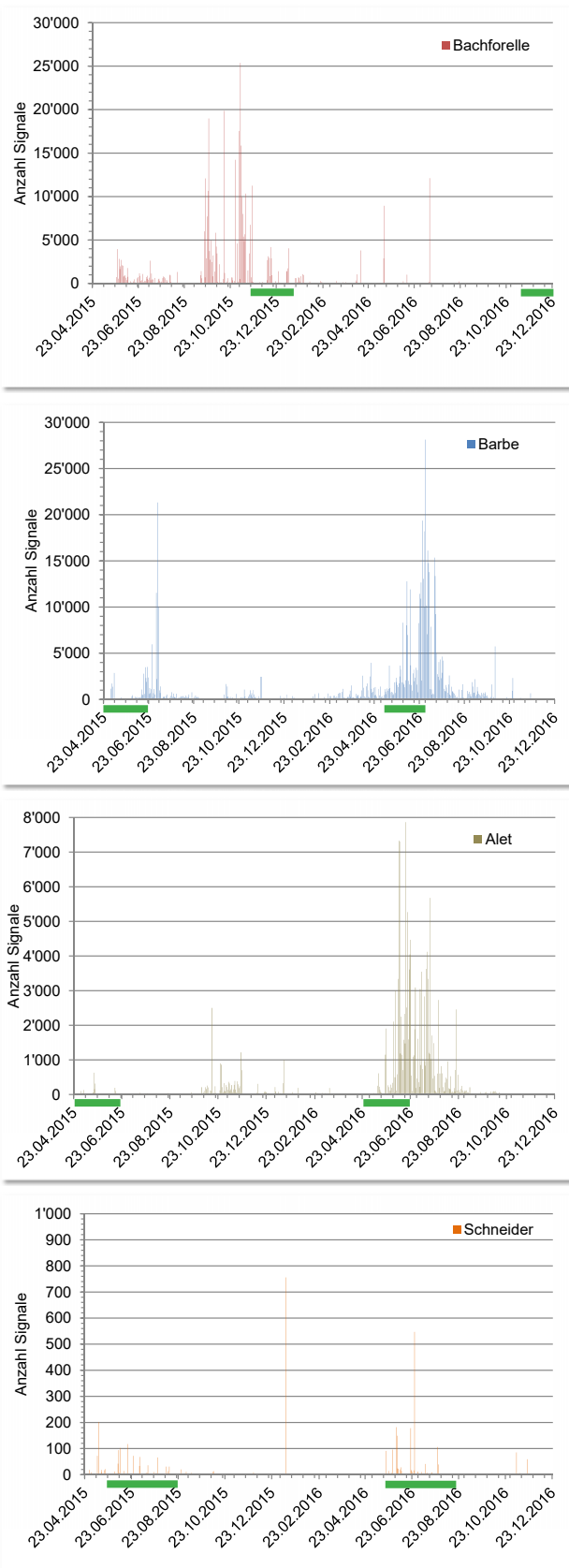
**Abbildung 25:** Wanderaktivität als Anzahl Signale pro Tag (oben) und Anzahl Fische pro Tag (unten) für alle Antennen kumuliert.

Werden die Signale für die vier häufigsten Arten detailliert aufgezeichnet, so zeigt sich dass sehr wohl die Laichzeit einen ausschlaggebenden Einfluss auf die Ortsveränderungen hat, da Barbe, Alet und Schneider im April bis Juni, die Bachforelle dagegen im September bis November die grösste Aktivität zeigen (Abbildung 26). Bei den Bachforellen finden die Wanderungen vornehmlich vor der Laichzeit statt, während bei Barbe und Alet auch ein grosser Teil der Aktivitäten nach der Fortpflanzungszeit registriert wurde.

Unter den 240 Fischen sind 46, die nur an einem einzigen Tag erfasst wurden, 77 (= 32 %) wurden an 2 - 100 Tagen registriert und deren 107 (= 45%) an 101 - 500 Tagen (Tabelle 7). 10 Fische oder 4.1% aller redetektierten, bzw. 1.4% aller markierten wurden sogar an über 500 Tagen registriert; bei diesen handelt es sich vorwiegend um grössere Barbene, aber auch je ein Schneider und Alet, sowie zwei Bachforellen unter 20 cm Länge sind hier vertreten.

**Tabelle 7:** Anzahl der mit PIT-Tags markierten Fische, die an x Tagen in einer oder mehreren Antennen registriert wurden.

Anz. Erfassungstage	Anz. Fische
>500	10
401-500	18
301-400	38
201-300	26
101-200	25
51-100	23
21-50	19
11-20	8
2-10	27
1	46
<b>Total</b>	<b>240</b>



**Abbildung 26:** Wanderaktivität der vier häufigsten Arten in der Suhre 2015-16; grün = Laichzeiten.

Werden die Signale den einzelnen Fischen zugeordnet und diejenigen mit zahlreichen Antennenpassagen detailliert aufgeschlüsselt, so können - vor allem bei denjenigen mit vielen Bewegungen - Standorte, Territorien und Wanderwege aufgezeigt werden.

Als Beispiel sei hier eine Bachforelle aufgeführt, die bei der Markierung am 23. April 2015 38.4 cm lang war (PIT-Nr 9223619654971079556) und zwischen 13. und 22.6.2016 mit 104 Signalen bei 6 Antennen erfasst wurde (Abbildung 27).

Ein Beispiel für sehr grosse Aktivität liefert eine grosse Barbe (PIT-Nr 9223619654971079514), die über 15 Monate in acht Antennen erfasst wurde und in dieser Zeit die gesamte Untersuchungsstrecke in der Suhre mehrmals durchschwamm (Abbildung 28). In der untersten Abfischungsstrecke gefangen und markiert, wanderte sie vor dem Hochwasser vom 1.5.2015 bis zur Mühle Schöffland aufwärts, kehrte anschliessend wieder mindestens bis zur ARA Schöffland zurück, verbrachte anschliessend fast ein Jahr ohne detektiert zu werden und unternahm im Mai 2016 erneut eine Aufwärtswanderung von unterhalb des Abwasserpumpwerks Hirschthal bis zur Mühle Schöffland. Nach der Laichzeit im Juni 2016 wanderte sie wieder die ganze Strecke abwärts und wurde seither nicht mehr registriert.

Eine Auswahl weiterer Fische mit häufigen Antennenpassagen ist in Anhang 6 zusammengestellt.

<b>Fischart:</b>	Bachforelle	<b>Fangdatum:</b>	23. Apr 15	<b>PIT-No:</b>	9223619654971079556
<b>Länge:</b>	38.4 cm	<b>Fangort:</b>	Su02		

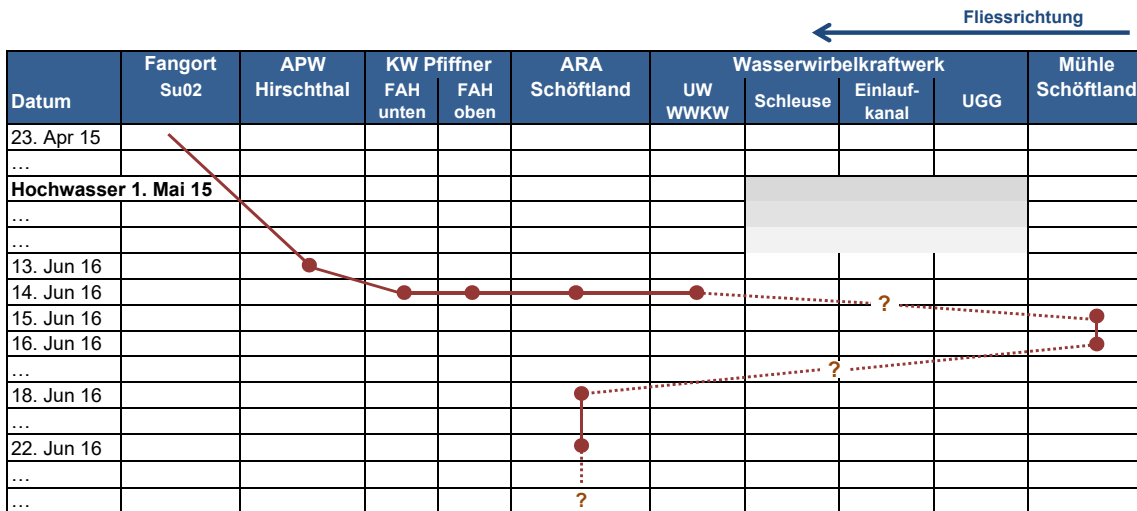
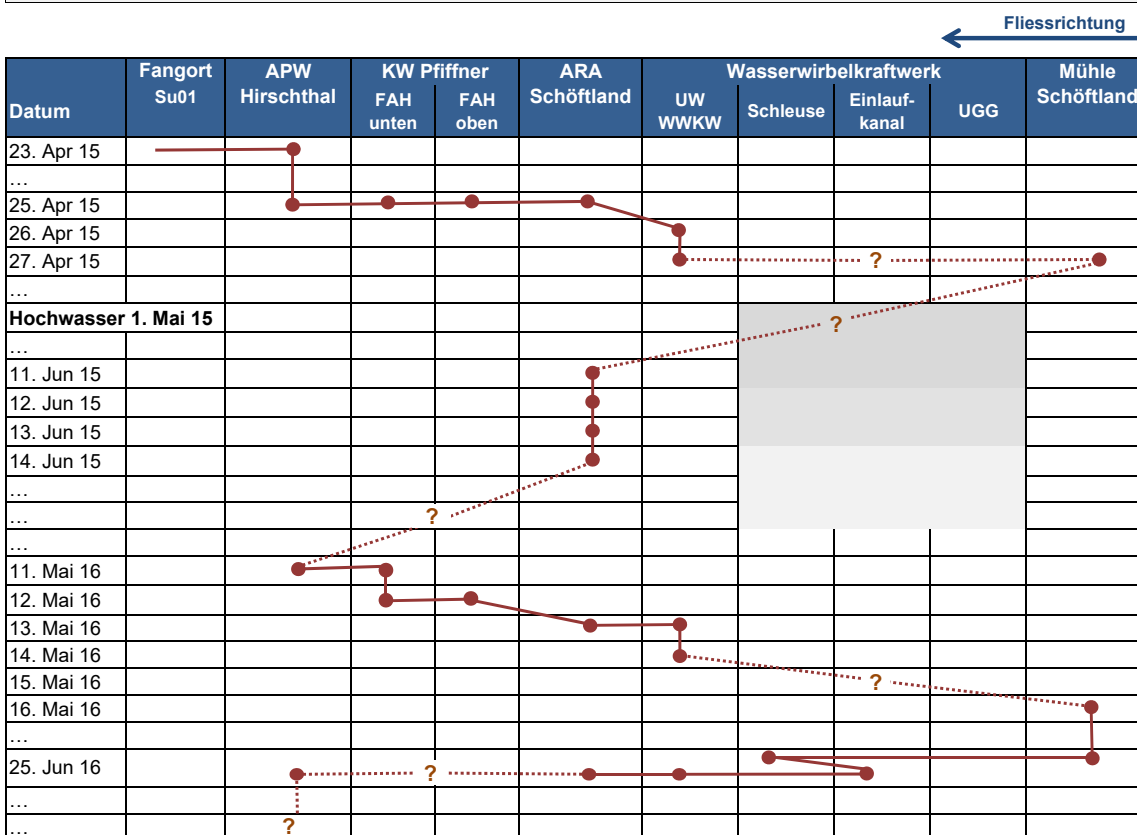


Abbildung 27: Wanderaktivität einer grossen Bachforelle im Juni 2016.

<b>Fischart:</b>	Barbe	<b>Fangdatum:</b>	23. Apr 15	<b>PIT-No:</b>	9223619654971079514
<b>Länge:</b>	47.8 cm	<b>Fangort:</b>	Su01		



Antenne ausser Betrieb

Abbildung 28: Wanderaktivität einer grossen Barbe zwischen April 2015 und Juni 2016.



## 7 Schlussfolgerungen

Mit der vorliegenden Studie wurde die Durchgängigkeit für die Fischfauna in der Suhre mit klassischer (Fischzählungen in Handarbeit) und moderner Technologie (RFID-Chips und Lesegeräte) untersucht. Die auf über 5 km Flusslänge gesamt-haft 717 mit PIT-Tags markierten Fische von vier Arten und aller Längeklassen zwischen 10 und >50 cm repräsentieren einen grossen Teil des Bestandes an Fischen mit >10 cm Länge und die Resultate dürften daher recht zuverlässig die tatsächlichen Verhältnisse wiedergeben.

Es konnte gezeigt werden, dass die Fisch-aufstiegshilfe beim KW Hirschthal von Fischen aufgefunden und überwunden werden kann. Die sowohl bei der Zählung wie auch mit der RFID-Technologie fest-gestellten geringen Aufstiegsfrequenzen deuten jedoch auf grössere Mängel bei der Auffindbarkeit hin. Um dies zu ver-bessern ist wahrscheinlich eine grössere Lockwassermenge unabdingbar. Dane-ben sind kleinere Anpassungen baulicher Art im Fischpass notwendig, damit das Werk den neuesten Erkenntnissen zur Fischwanderung gerecht wird.

Die Wasserkraftschnecke des KW Hirsch-thal kann auf der Abwärtswanderung wohl überwunden werden, dieser Weg wird aber wahrscheinlich nicht sehr häufig ge-wählt. Nur für wenige Fische konnte eine Abwärtswanderung über die Schnecke anhand ihrer Signale zweifelsfrei festge-stellt werden.

Das Wasserwirbelkraftwerk Schöffland muss aufgrund der vorliegenden Resul-tate als Wanderhindernis eingestuft wer-den. Sowohl für die Aufwärts- wie für die Abwärtswanderung ist der Wasserwir-bel ein kaum überwindbares Hindernis und die bestehenden Fischwanderhilfen (Fischschleuse und Umgehungsgerinne) funktionieren nachweislich nicht zufrie-denstellend. Aufgrund des finanziellen Kollapses der Betgreibergesellschaft ist wahrscheinlich ein Rückbau der Anlage die sinnvollste Lösung um die Durchgän-gigkeit der Suhre an dieser Stelle wieder herzustellen.

Es hat sich gezeigt, dass mit dem gewähl-ten Versuchsdesign (Anzahl und Lage der Empfängerantennen, Zahl und Grösse der markierten Fische) die Fischwanderung in einem grösseren Flussabschnitt auch über längere Zeit zuverlässig überprüft werden kann. Die Aufzeichnungen einzel-ner Fische ergeben zudem interessante Erkenntnisse über Wanderverhalten und Raumnutzung der einzelnen Arten, die mit klassischen Methoden (Elektrobefischun-gen, Fischzählungen) so nicht gewonnen werden können. Diese können für die Sa-nierung der Durchgängigkeit bei andern Anlagen und in andern Gewässern wert-volle Hinweise ergeben.



# Anhang 1: KW Hirschthal - technische Funktionskontrolle

Protokoll technische Funktionskontrolle FAH  
 Datum: 12.06.2015 (Fließgeschwindigkeit und Beckenabmessung)  
 21.07.2015 (Schlitzbreite und -tiefe)  
**Fischaufstiegshilfe Kraftwerk Pfiffner, Hirschthal: Fließgeschwindigkeitsmessung vom 12.06.2015**  
 Abfluss Suhre KW Pfiffner: 2.6 m<sup>3</sup>/s (12.6.15)  
 1.6 m<sup>3</sup>/s (21.7.15)

Becken Nr.	Beckenabmessung [m]		Wassertiefe im Becken* [cm]		Bemessung des Durchlass [cm]		Fließgeschwindigkeit im Durchlass [m/s]		Bemerkungen	
	Länge	Breite (Ø)	min.	max.	Breite (Ø)	Wassertiefe	Sohle	Mittelfläche		Oberfläche
Untenwasser										
1	3.50	1.10	65	71	300	63	0.30	0.40	0.50	Von Unterwasserspiegel beeinflusst
2	3.30	1.05	60	71	350	56	0.36	0.60	0.62	Abschlussstein am 12.6.15 8-12 cm überström. Von Unterwasserspiegel beeinflusst
3	3.20	1.35	34	50	300	45	0.61	0.72	0.82	Antenne im UW. Von Unterwasserspiegel beeinflusst
4	2.80	1.55	37	50	29.5	33	1.25	1.34	1.46	Von Unterwasserspiegel beeinflusst
5	2.90	1.40	25	36	300	32	1.33	1.43	1.45	Betonschlitz mit Absperrvorrichtung für Zahnkammer
6	2.40	1.91	40	70	300	55	1.18	1.20	1.20	Betondecke (Zugang zum Kraftwerk)
7	2.20	1.63	27	39	290	37	1.03	1.40	1.50	
8	2.90	1.60	20	32	220	50	0.90	1.25	1.77	
9	2.70	1.65	20	40	280	33	0.99	1.55	1.62	
10	2.20	1.70	30	47	310	26	1.42	2.03	1.92	
11	2.80	1.60	25	58	20.5	46	1.65	1.93	1.58	
12	2.50	1.35	35	50	320	32	1.50	1.69	1.74	
13	2.50	1.70	40	50	250	46	0.96	1.50	1.65	
14	2.35	1.90	40	65	250	44	1.48	1.68	1.72	
15	2.50	1.90	47	57	27.5	55	0.60	1.06	1.10	
16	2.50	1.75	50	60	27.5	60	1.00	1.00	0.98	
17	2.80	2.15	30	50	280	35	1.44	1.61	1.78	
18	2.60	2.05	40	57	280	35	1.39	1.55	1.40	
19	2.75	2.15	25	50	21.0	39	1.33	1.52	1.48	
20	2.50	1.90	38	50	22.0	47	1.08	1.20	1.25	
21	2.80	1.90	30	50	27.5	52	0.60	0.82	0.99	
22	2.70	2.05	40	50	24.0	41	0.90	1.24	1.36	
23	2.50	1.90	25	50	28.0	47	1.20	1.20	1.11	
24	2.40	1.65	25	40	30.0	43	0.80	1.37	1.33	Durchlass 70 cm lang
25	3.00	2.10	20	50	30.0	30	1.88	2.08	2.14	
26	2.70	2.30	26	40	27.5	38	1.36	1.38	1.30	
27	2.40	2.50	-	40	30.0	30	1.15	1.60	1.70	
28	3.20	2.35	20	50	32.0	25	1.40	1.72	1.74	Antenne im OW
Oberwasser										
Grenz- und geometrische Bemessungswerte für beckenartige Raugerinne nach DWAF-M 509 (2014) für 3-6 m Gesamthöhenunterschied										
Fischarten/	min. Becken-	min. mittlere	Wassertiefe uha		min. Öffnungsweite		min. Tiefe im		V <sub>max</sub> (m/s) in den Durchlässen	
Fischregion	länge [m]	Beckenbreite [m]	Trennwand [cm]		im Durchlass [cm]**	Durchlass [cm]				
Barbe	3.0	2.0 - 3.0	40		40 - 60	40				1.7
(Barbenregion)										



# Anhang 2: KW Hirschthal - PIT-Signale

## PIT-Signale: Bewegungen über Wasserkraftschnecke

Standorte/Antennen: APWHIR = Abwasserpumpwerk Hirschthal, PFIFFH/1 = Piffner FAH unten  
PFIFFH/2 = Piffner FAH oben, ARASCH = ARA Schöftland

PIT-No	Standort	Antenne	Strecke	Art	Länge (cm)	Datum	Zeit
9223619654971079483	PFIFFH	2	Su07	Bachforelle	38.3	05-Aug-15	12:51:24
9223619654971079483	PFIFFH	2	Su07	Bachforelle	38.3	05-Aug-15	12:51:29
9223619654971079483	PFIFFH	2	Su07	Bachforelle	38.3	05-Aug-15	12:51:35
9223619654971079483	PFIFFH	2	Su07	Bachforelle	38.3	05-Aug-15	12:51:49
9223619654971079483	PFIFFH	2	Su07	Bachforelle	38.3	05-Aug-15	12:51:51
9223619654971079483	PFIFFH	2	Su07	Bachforelle	38.3	05-Aug-15	12:51:52 abwärts
9223619654971079483	APWHIR	1	Su07	Bachforelle	38.3	06-Aug-15	08:42:10 über Schnecke
9223619654971079483	APWHIR	1	Su07	Bachforelle	38.3	06-Aug-15	08:42:11
9223619654971079483	APWHIR	1	Su07	Bachforelle	38.3	06-Aug-15	08:42:12
9223619654971079483	APWHIR	1	Su07	Bachforelle	38.3	06-Aug-15	08:42:13
9223619654971079483	APWHIR	1	Su07	Bachforelle	38.3	06-Aug-15	08:42:14
9223619654971079483	APWHIR	1	Su07	Bachforelle	38.3	06-Aug-15	08:42:15 ???aufwärts
9223619654971079483	ARASCH	1	Su07	Bachforelle	38.3	06-Aug-15	11:05:11 über Schnecke
9223619654971079483	ARASCH	1	Su07	Bachforelle	38.3	06-Aug-15	11:05:12
9223619654971079483	ARASCH	1	Su07	Bachforelle	38.3	06-Aug-15	11:05:13 abwärts
9223619654971079483	APWHIR	1	Su07	Bachforelle	38.3	07-Aug-15	16:07:37 über Schnecke
9223619654971079483	APWHIR	1	Su07	Bachforelle	38.3	07-Aug-15	16:07:38
9223619654971079483	APWHIR	1	Su07	Bachforelle	38.3	07-Aug-15	16:07:39
9223619654971079483	APWHIR	1	Su07	Bachforelle	38.3	07-Aug-15	16:07:40
9223619654971079483	APWHIR	1	Su07	Bachforelle	38.3	07-Aug-15	16:07:41

PIT-No	Standort	Antenne	Strecke	Art	Länge (cm)	Datum	Zeit
9223619654971079625	ARASCH	1	Su08	Alet	39.9	21-Nov-15	04:31:51
9223619654971079625	ARASCH	1	Su08	Alet	39.9	21-Nov-15	04:31:53
9223619654971079625	ARASCH	1	Su08	Alet	39.9	21-Nov-15	04:31:54 abwärts
9223619654971079625	APWHIR	1	Su08	Alet	39.9	04-Jan-16	19:16:00 über Schnecke

PIT-No	Standort	Antenne	Strecke	Art	Länge (cm)	Datum	Zeit
9223619654971079785	ARASCH	1	Su09	Bachforelle	32	06-Okt-15	17:37:09
9223619654971079785	ARASCH	1	Su09	Bachforelle	32	06-Okt-15	17:37:10 abwärts
9223619654971079785	APWHIR	1	Su09	Bachforelle	32	06-Okt-15	19:10:58 über Schnecke

PIT-No	Standort	Antenne	Strecke	Art	Länge (cm)	Datum	Zeit
9223619654971079840	ARASCH	1	Su10	Bachforelle	43.2	08-Dez-15	15:17:25
9223619654971079840	ARASCH	1	Su10	Bachforelle	43.2	08-Dez-15	18:59:04
9223619654971079840	ARASCH	1	Su10	Bachforelle	43.2	08-Dez-15	18:59:05 abwärts
9223619654971079840	APWHIR	1	Su10	Bachforelle	43.2	09-Jan-16	09:38:17 über Schnecke

PIT-No	Standort	Antenne	Strecke	Art	Länge (cm)	Datum	Zeit
9223619654971079857	ARASCH	1	Su10	Barbe	22	20-Nov-15	21:28:17
9223619654971079857	ARASCH	1	Su10	Barbe	22	20-Nov-15	21:28:18
9223619654971079857	ARASCH	1	Su10	Barbe	22	21-Nov-15	08:49:14
9223619654971079857	ARASCH	1	Su10	Barbe	22	21-Nov-15	08:49:15
9223619654971079857	ARASCH	1	Su10	Barbe	22	21-Nov-15	08:49:17
9223619654971079857	ARASCH	1	Su10	Barbe	22	21-Nov-15	08:49:18
9223619654971079857	ARASCH	1	Su10	Barbe	22	21-Nov-15	10:13:57
9223619654971079857	ARASCH	1	Su10	Barbe	22	21-Nov-15	10:13:58
9223619654971079857	ARASCH	1	Su10	Barbe	22	21-Nov-15	10:13:59
9223619654971079857	ARASCH	1	Su10	Barbe	22	21-Nov-15	10:14:00
9223619654971079857	ARASCH	1	Su10	Barbe	22	24-Dez-15	20:07:47
9223619654971079857	ARASCH	1	Su10	Barbe	22	24-Dez-15	20:07:48
9223619654971079857	ARASCH	1	Su10	Barbe	22	24-Dez-15	20:07:49 abwärts
9223619654971079857	APWHIR	1	Su10	Barbe	22	26-Dez-15	18:23:14 über Schnecke
9223619654971079857	APWHIR	1	Su10	Barbe	22	26-Dez-15	18:23:15

PIT-No	Standort	Antenne	Strecke	Art	Länge (cm)	Datum	Zeit
9223619654971079884	ARASCH	1	Su10	Barbe	45	08-Jul-16	02:14:45
9223619654971079884	ARASCH	1	Su10	Barbe	45	08-Jul-16	02:14:46
9223619654971079884	ARASCH	1	Su10	Barbe	45	12-Jul-16	02:25:25
9223619654971079884	ARASCH	1	Su10	Barbe	45	12-Jul-16	02:25:26
9223619654971079884	ARASCH	1	Su10	Barbe	45	12-Jul-16	02:25:27
9223619654971079884	ARASCH	1	Su10	Barbe	45	12-Jul-16	02:25:28 abwärts
9223619654971079884	APWHIR	1	Su10	Barbe	45	23-Jul-16	22:14:42 über Schnecke

PIT-No	Standort	Antenne	Strecke	Art	Länge (cm)	Datum	Zeit
9223619654971079557	APWHIR	1	Su02	Barbe	30.2	01-Feb-16	22:28:21
9223619654971079557	APWHIR	1	Su02	Barbe	30.2	01-Feb-16	22:28:22
9223619654971079557	APWHIR	1	Su02	Barbe	30.2	01-Feb-16	22:28:23 ???aufwärts
9223619654971079557	ARASCH	1	Su02	Barbe	30.2	21-Apr-16	23:10:52 über Schnecke
9223619654971079557	ARASCH	1	Su02	Barbe	30.2	21-Apr-16	23:10:59
9223619654971079557	ARASCH	1	Su02	Barbe	30.2	21-Apr-16	23:11:00
9223619654971079557	ARASCH	1	Su02	Barbe	30.2	21-Apr-16	23:11:01
9223619654971079557	ARASCH	1	Su02	Barbe	30.2	21-Apr-16	23:11:02

PIT-No	Art	Länge (cm)	Strecke	Standort	Antenne	Datum	Zeit
9223619654971079514	Barbe	47.8	Su01	WWKWSC	3	25-Jun-16	14:14:02
9223619654971079514	Barbe	47.8	Su01	WWKWSC	1	25-Jun-16	14:48:34
9223619654971079514	Barbe	47.8	Su01	ARASCH	1	25-Jun-16	15:46:17
9223619654971079514	Barbe	47.8	Su01	ARASCH	1	25-Jun-16	15:46:18 abwärts
9223619654971079514	Barbe	47.8	Su01	APWHIR	1	25-Jun-16	18:16:12 über Schnecke

# Anhang 3: WWKW Schöffland - PIT-Signale Schleuse

## PIT-Signale: Bewegungen beim Wasserwirbelkraftwerk Schöffland (WWKWSC)

Standorte/Antennen: PFIFFH/2 und /3 = FAH KW Hirschthal, ARASCH/4 = ARA Schöffland, MUEHLE/9 = Mühle Schöffland  
WWKWSC/5 = Unterwasser, /6 = Schleuse, /7 = Oberwasser, /8 = Umgehungsgewässer

Standort	Antenne	Strecke	PIT-No	Art	Länge (cm)	Datum	Zeit	
PFIFFH	2	Su04	509285849059783530	Schneider	11	04-Jun-15	21:27:45	
PFIFFH	2	Su04	509285849059783530	Schneider	11	04-Jun-15	21:27:46	über FAH aufw.
PFIFFH	3	Su04	509285849059783530	Schneider	11	05-Jun-15	00:40:58	über FAH aufw.
ARASCH	4	Su04	509285849059783530	Schneider	11	05-Jun-15	12:53:04	
ARASCH	4	Su04	509285849059783530	Schneider	11	05-Jun-15	12:53:05	
....								
ARASCH	4	Su04	509285849059783530	Schneider	11	05-Jun-15	12:53:14	
ARASCH	4	Su04	509285849059783530	Schneider	11	05-Jun-15	12:53:19	
WWKWSC	5	Su04	509285849059783530	Schneider	11	14-Jun-15	05:42:20	
WWKWSC	5	Su04	509285849059783530	Schneider	11	01-Jul-15	17:18:07	über HW-Entl. aufw.
MUEHLE	9	Su04	509285849059783530	Schneider	11	21-Jul-15	15:35:13	über HW-Entl. aufw.
MUEHLE	9	Su04	509285849059783530	Schneider	11	21-Jul-15	15:35:20	
....								
MUEHLE	9	Su04	509285849059783530	Schneider	11	09-Jul-16	20:20:39	
MUEHLE	9	Su04	509285849059783530	Schneider	11	09-Jul-16	20:20:59	
MUEHLE	9	Su04	509285849059783530	Schneider	11	09-Jul-16	20:23:25	über HW-Entl. abw.
WWKWSC	6	Su04	509285849059783530	Schneider	11	11-Jul-16	12:47:30	über HW-Entl. abw.
WWKWSC	6	Su04	509285849059783530	Schneider	11	11-Jul-16	12:48:00	
WWKWSC	6	Su04	509285849059783530	Schneider	11	11-Jul-16	12:49:19	
....								
WWKWSC	6	Su04	509285849059783530	Schneider	11	25-Jul-16	08:19:21	
WWKWSC	6	Su04	509285849059783530	Schneider	11	25-Jul-16	08:48:45	
WWKWSC	6	Su04	509285849059783530	Schneider	11	25-Jul-16	09:01:50	über HW-Entl. aufw.
MUEHLE	9	Su04	509285849059783530	Schneider	11	26-Jul-16	13:08:30	über HW-Entl. aufw.
MUEHLE	9	Su04	509285849059783530	Schneider	11	26-Jul-16	13:08:39	
MUEHLE	9	Su04	509285849059783530	Schneider	11	26-Jul-16	13:09:08	

Standort	Antenne	Strecke	PIT-No	Art	Länge (cm)	Datum	Zeit	
PFIFFH	3	Su05	5	Barbe	25.8	06-Jul-15	21:54:21	
PFIFFH	3	Su05	5	Barbe	25.8	06-Jul-15	21:54:24	
ARASCH	4	Su05	5	Barbe	25.8	06-Jul-15	22:22:06	
ARASCH	4	Su05	5	Barbe	25.8	06-Jul-15	22:22:07	
ARASCH	4	Su05	5	Barbe	25.8	06-Jul-15	22:22:08	
ARASCH	4	Su05	5	Barbe	25.8	06-Jul-15	22:22:09	
ARASCH	4	Su05	5	Barbe	25.8	06-Jul-15	22:22:10	
ARASCH	4	Su05	5	Barbe	25.8	06-Jul-15	22:22:11	über HW-Entl. aufw.
MUEHLE	9	Su05	5	Barbe	25.8	22-Jul-15	22:07:08	über HW-Entl. aufw.
MUEHLE	9	Su05	5	Barbe	25.8	22-Jul-15	22:07:10	
....								
MUEHLE	9	Su05	5	Barbe	25.8	20-Okt-15	02:48:56	
MUEHLE	9	Su05	5	Barbe	25.8	20-Okt-15	02:48:57	
MUEHLE	9	Su05	5	Barbe	25.8	20-Okt-15	02:48:58	
WWKWSC	6	Su05	5	Barbe	25.8	13-Nov-15	22:05:11	
WWKWSC	6	Su05	5	Barbe	25.8	13-Nov-15	22:05:13	
WWKWSC	6	Su05	5	Barbe	25.8	13-Nov-15	22:05:14	
....								
WWKWSC	6	Su05	5	Barbe	25.8	13-Nov-15	22:43:20	
WWKWSC	6	Su05	5	Barbe	25.8	13-Nov-15	22:43:21	über Schleuse abw.
WWKWSC	5	Su05	5	Barbe	25.8	14-Nov-15	18:32:04	über Schleuse abw.
WWKWSC	5	Su05	5	Barbe	25.8	14-Nov-15	18:32:05	
....								
WWKWSC	5	Su05	5	Barbe	25.8	14-Nov-15	20:38:01	
WWKWSC	5	Su05	5	Barbe	25.8	14-Nov-15	20:38:04	
ARASCH	4	Su05	5	Barbe	25.8	18-Nov-15	18:50:43	
ARASCH	4	Su05	5	Barbe	25.8	18-Nov-15	18:50:44	

**PIT-Signale: Bewegungen beim Wasserwirbelkraftwerk Schöffland (WWKWSC)**

Standorte/Antennen: PFIFFH/2 und /3 = FAH KW Hirschthal, ARASCH/4 = ARA Schöffland, MUEHLE/9 = Mühle Schöffland  
 WWKWSC/5 = Unterwasser, /6 = Schleuse, /7 = Oberwasser, /8 = Umgehungsgewässer

Standort	Antenne	Strecke	PIT-No	Art	Länge (cm)	Datum	Zeit	
PFIFFH	3	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	03-Okt-15	17:54:59	
ARASCH	4	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	04-Okt-15	17:33:19	
ARASCH	4	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	04-Okt-15	17:33:20	
ARASCH	4	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	04-Okt-15	17:33:21	
ARASCH	4	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	04-Okt-15	17:33:22	über HW-Entl. aufw.
MUEHLE	9	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	12-Okt-15	21:17:07	über HW-Entl. aufw.
MUEHLE	9	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	12-Okt-15	21:17:08	
WWKWSC	6	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	14-Okt-15	07:47:16	Schleuse
WWKWSC	6	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	14-Okt-15	07:47:17	
...								
WWKWSC	6	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	17-Okt-15	09:16:24	
WWKWSC	6	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	17-Okt-15	09:16:25	über Schleuse abw.
WWKWSC	5	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	17-Okt-15	19:27:14	über Schleuse abw.
WWKWSC	5	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	17-Okt-15	19:27:15	
...								
WWKWSC	5	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	18-Okt-15	04:25:49	
WWKWSC	5	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	18-Okt-15	07:21:51	durch Wirbel aufw.
WWKWSC	7	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	18-Okt-15	13:10:08	durch Wirbel aufw.
WWKWSC	7	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	18-Okt-15	13:10:47	
WWKWSC	7	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	18-Okt-15	13:10:48	
...								
WWKWSC	7	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	18-Okt-15	15:10:52	
WWKWSC	7	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	18-Okt-15	15:10:54	durch Wirbel abw.
WWKWSC	5	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	18-Okt-15	16:17:28	durch Wirbel abw.
WWKWSC	5	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	19-Okt-15	08:18:28	durch Wirbel aufw.
WWKWSC	7	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	19-Okt-15	17:36:34	durch Wirbel aufw.
WWKWSC	7	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	19-Okt-15	17:36:36	
...								
WWKWSC	7	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	21-Okt-15	12:29:27	
WWKWSC	7	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	21-Okt-15	12:29:28	Oberwasserkanal
WWKWSC	6	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	26-Okt-15	11:47:35	Schleuse
WWKWSC	6	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	26-Okt-15	11:47:36	
...								
WWKWSC	6	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	13-Dez-15	09:17:22	
WWKWSC	6	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	13-Dez-15	09:17:23	Schleuse
WWKWSC	7	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	13-Dez-15	09:18:05	Oberwasserkanal
WWKWSC	7	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	13-Dez-15	09:18:08	
...								
WWKWSC	7	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	13-Dez-15	16:43:27	
WWKWSC	7	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	13-Dez-15	16:43:37	durch Wirbel abw.
WWKWSC	5	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	13-Dez-15	23:11:52	durch Wirbel abw.
WWKWSC	5	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	13-Dez-15	23:12:20	
WWKWSC	5	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	13-Dez-15	23:12:21	
WWKWSC	5	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	14-Dez-15	00:05:05	
WWKWSC	5	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	14-Dez-15	00:05:06	
WWKWSC	5	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	14-Dez-15	00:05:07	
WWKWSC	5	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	14-Dez-15	03:24:06	durch Wirbel aufw.
WWKWSC	7	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	14-Dez-15	08:45:23	durch Wirbel aufw.
WWKWSC	7	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	14-Dez-15	08:45:24	
...								
WWKWSC	7	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	16-Dez-15	17:20:06	
WWKWSC	7	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	16-Dez-15	17:20:07	durch Wirbel abw.
WWKWSC	5	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	16-Dez-15	18:45:22	durch Wirbel abw.
WWKWSC	5	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	16-Dez-15	18:45:23	
WWKWSC	5	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	16-Dez-15	18:45:24	
WWKWSC	5	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	16-Dez-15	18:45:25	durch Schleuse aufw.
WWKWSC	6	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	22-Dez-15	12:02:16	durch Schleuse aufw.
WWKWSC	6	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	22-Dez-15	12:02:17	
...								
WWKWSC	6	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	23-Dez-15	09:58:00	
WWKWSC	6	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	23-Dez-15	09:58:01	Schleuse
WWKWSC	7	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	24-Dez-15	16:41:50	Oberwasserkanal
WWKWSC	7	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	24-Dez-15	16:45:58	
...								
WWKWSC	7	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	26-Dez-15	01:55:21	
WWKWSC	7	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	26-Dez-15	01:55:22	Oberwasserkanal
WWKWSC	6	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	06-Jan-16	08:55:19	Schleuse
WWKWSC	6	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	06-Jan-16	08:55:35	
...								
WWKWSC	6	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	07-Jan-16	10:37:16	
WWKWSC	6	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	07-Jan-16	11:52:41	Schleuse
MUEHLE	9	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	28-Jul-16	07:06:10	Mühle
MUEHLE	9	Su07	9223619654971079486	Bachforelle	20.8	28-Jul-16	07:06:11	



**PIT-Signale: Bewegungen beim Wasserwirbelkraftwerk Schöffland (WWKWSC)**

Standorte/Antennen: PFIFFH/2 und /3 = FAH KW Hirschthal, ARASCH/4 = ARA Schöffland, MUEHLE/9 = Mühle Schöffland  
 WWKWSC/5 = Unterwasser, /6 = Schleuse, /7 = Oberwasser, /8 = Umgehungsgewässer

Standort	Antenne	Strecke	PIT-No	Art	Länge (cm)	Datum	Zeit
WWKWSC	5	Su09	9223619654971079782	Barbe	30.5	10-Jun-16	17:14:58
WWKWSC	5	Su09	9223619654971079782	Barbe	30.5	10-Jun-16	17:14:59
WWKWSC	6	Su09	9223619654971079782	Barbe	30.5	14-Jun-16	16:10:26
WWKWSC	6	Su09	9223619654971079782	Barbe	30.5	14-Jun-16	16:10:27

durch Schleuse aufw.  
 durch Schleuse aufw.

Standort	Antenne	Strecke	PIT-No	Art	Länge (cm)	Datum	Zeit
WWKWSC	5	Su01	9223619654971079494	Alet	31.2	30-Mai-16	05:47:54
WWKWSC	5	Su01	9223619654971079494	Alet	31.2	01-Jun-16	21:58:21
ARASCH	4	Su01	9223619654971079494	Alet	31.2	07-Jun-16	20:30:46
ARASCH	4	Su01	9223619654971079494	Alet	31.2	07-Jun-16	20:30:47

...

ARASCH	4	Su01	9223619654971079494	Alet	31.2	07-Jun-16	23:39:46
ARASCH	4	Su01	9223619654971079494	Alet	31.2	07-Jun-16	23:39:47
MUEHLE	9	Su01	9223619654971079494	Alet	31.2	08-Jun-16	22:45:31
MUEHLE	9	Su01	9223619654971079494	Alet	31.2	08-Jun-16	22:45:32

über HW-Entl. aufw.  
 über HW-Entl. aufw.

...

MUEHLE	9	Su01	9223619654971079494	Alet	31.2	11-Jun-16	00:14:11
MUEHLE	9	Su01	9223619654971079494	Alet	31.2	11-Jun-16	00:14:12
ARASCH	4	Su01	9223619654971079494	Alet	31.2	22-Jun-16	14:41:24
ARASCH	4	Su01	9223619654971079494	Alet	31.2	22-Jun-16	14:41:26
WWKWSC	7	Su01	9223619654971079494	Alet	31.2	23-Jun-16	22:08:48
WWKWSC	7	Su01	9223619654971079494	Alet	31.2	23-Jun-16	22:09:35
ARASCH	4	Su01	9223619654971079494	Alet	31.2	24-Jun-16	00:59:10
ARASCH	4	Su01	9223619654971079494	Alet	31.2	24-Jun-16	00:59:11
ARASCH	4	Su01	9223619654971079494	Alet	31.2	24-Jun-16	00:59:14
ARASCH	4	Su01	9223619654971079494	Alet	31.2	24-Jun-16	00:59:15
WWKWSC	5	Su01	9223619654971079494	Alet	31.2	24-Jun-16	08:29:32
WWKWSC	5	Su01	9223619654971079494	Alet	31.2	24-Jun-16	08:38:52
ARASCH	4	Su01	9223619654971079494	Alet	31.2	24-Jun-16	09:20:45
PFIFFH	2	Su01	9223619654971079494	Alet	31.2	24-Jun-16	16:28:34
PFIFFH	2	Su01	9223619654971079494	Alet	31.2	24-Jun-16	16:28:35

über HW-Entl. abw.  
 über HW-Entl. abw.

Standort	Antenne	Strecke	PIT-No	Art	Länge (cm)	Datum	Zeit
WWKWSC	5	Su01	9223619654971079514	Barbe	47.8	27-Apr-15	01:49:58
WWKWSC	5	Su01	9223619654971079514	Barbe	47.8	27-Apr-15	01:49:59
MUEHLE	9	Su01	9223619654971079514	Barbe	47.8	27-Apr-15	04:33:58
MUEHLE	9	Su01	9223619654971079514	Barbe	47.8	27-Apr-15	14:13:51

über HW-Entl. aufw.  
 über HW-Entl. aufw.

...

MUEHLE	9	Su01	9223619654971079514	Barbe	47.8	27-Apr-15	14:31:34
MUEHLE	9	Su01	9223619654971079514	Barbe	47.8	27-Apr-15	14:31:35
ARASCH	4	Su01	9223619654971079514	Barbe	47.8	11-Jun-15	21:14:42
ARASCH	4	Su01	9223619654971079514	Barbe	47.8	11-Jun-15	21:14:49

über HW-Entl. abw.  
 über HW-Entl. abw.

...

WWKWSC	5	Su01	9223619654971079514	Barbe	47.8	13-Mai-16	10:58:34
WWKWSC	5	Su01	9223619654971079514	Barbe	47.8	14-Mai-16	06:11:45
MUEHLE	9	Su01	9223619654971079514	Barbe	47.8	16-Mai-16	12:43:53
MUEHLE	9	Su01	9223619654971079514	Barbe	47.8	16-Mai-16	12:43:56
MUEHLE	9	Su01	9223619654971079514	Barbe	47.8	25-Jun-16	01:20:16
MUEHLE	5	Su01	9223619654971079514	Barbe	47.8	25-Jun-16	01:20:17
WWKWSC	6	Su01	9223619654971079514	Barbe	47.8	25-Jun-16	09:40:09
WWKWSC	6	Su01	9223619654971079514	Barbe	47.8	25-Jun-16	09:40:11

über HW-Entl. aufw.  
 über HW-Entl. aufw.

Mühle  
 Schleuse

...

WWKWSC	6	Su01	9223619654971079514	Barbe	47.8	25-Jun-16	12:27:54
WWKWSC	6	Su01	9223619654971079514	Barbe	47.8	25-Jun-16	12:27:55
WWKWSC	7	Su01	9223619654971079514	Barbe	47.8	25-Jun-16	12:42:49
WWKWSC	7	Su01	9223619654971079514	Barbe	47.8	25-Jun-16	12:42:53

Schleuse  
 Oberwasserkanal

...

WWKWSC	5	Su01	9223619654971079514	Barbe	47.8	25-Jun-16	14:48:34
ARASCH	4	Su01	9223619654971079514	Barbe	47.8	25-Jun-16	15:46:17
ARASCH	4	Su01	9223619654971079514	Barbe	47.8	25-Jun-16	15:46:18
APWHIR	1	Su01	9223619654971079514	Barbe	47.8	25-Jun-16	18:16:12

über WKS abwärts  
 über WKS abwärts

**PIT-Signale: Bewegungen beim Wasserwirbelkraftwerk Schöffland (WWKWSC)**

Standorte/Antennen: PFIFFH/2 und /3 = FAH KW Hirschthal, ARASCH/4 = ARA Schöffland, MUEHLE/9 = Mühle Schöffland  
 WWKWSC/5 = Unterwasser, /6 = Schleuse, /7 = Oberwasser, /8 = Umgehungsgewässer

Standort	Antenne	Strecke	PIT-No	Art	Länge (cm)	Datum	Zeit	
WWKWSC	6	Su01	8	Barbe	35.2	09-Jun-15	02:30:10	
WWKWSC	6	Su01	8	Barbe	35.2	09-Jun-15	02:30:23	über Schleuse abw.
WWKWSC	5	Su01	8	Barbe	35.2	09-Jun-15	03:28:26	über Schleuse abw.
WWKWSC	5	Su01	8	Barbe	35.2	09-Jun-15	03:29:03	

Standort	Antenne	Strecke	PIT-No	Art	Länge (cm)	Datum	Zeit	
WWKWSC	5	Su02	6	Bachforelle	38.4	14-Jun-16	21:36:01	
WWKWSC	5	Su02	6	Bachforelle	38.4	14-Jun-16	21:36:23	über HW-Entl. aufw.
MUEHLE	9	Su02	6	Bachforelle	38.4	15-Jun-16	04:17:00	über HW-Entl. aufw.
MUEHLE	9	Su02	6	Bachforelle	38.4	15-Jun-16	04:17:01	

...								
MUEHLE	9	Su02	6	Bachforelle	38.4	16-Jun-16	01:43:54	
MUEHLE	9	Su02	6	Bachforelle	38.4	16-Jun-16	01:43:55	über HW-Entl. abw.
ARASCH	4	Su02	6	Bachforelle	38.4	18-Jun-16	23:44:03	über HW-Entl. abw.
ARASCH	4	Su02	6	Bachforelle	38.4	18-Jun-16	23:44:04	

Standort	Antenne	Strecke	PIT-No	Art	Länge (cm)	Datum	Zeit	
WWKWSC	5	Su02	1	Barbe	30.6	29-Jun-15	05:38:58	über Schleuse aufw.
WWKWSC	6	Su02	1	Barbe	30.6	05-Jul-15	16:59:17	Schleuse
WWKWSC	5	Su02	1	Barbe	30.6	05-Jul-15	17:44:37	über Schleuse abw.
ARASCH	4	Su02	1	Barbe	30.6	05-Jul-15	19:57:53	

Standort	Antenne	Strecke	PIT-No	Art	Länge (cm)	Datum	Zeit	
MUEHLE	9	Su12	0	Alet	46.3	25-Apr-15	21:32:41	
MUEHLE	9	Su12	0	Alet	46.3	28-Apr-15	01:35:28	über HW-Entl. abw.
WWKWSC	5	Su12	0	Alet	46.3	01-Mai-15	22:53:55	über HW-Entl. abw.
WWKWSC	5	Su12	0	Alet	46.3	01-Mai-15	22:53:56	

...								
WWKWSC	5	Su12	0	Alet	46.3	24-Jun-15	17:22:00	
WWKWSC	5	Su12	0	Alet	46.3	24-Jun-15	17:28:22	über HW-Entl. aufw.
MUEHLE	9	Su12	0	Alet	46.3	08-Jul-15	04:29:51	über HW-Entl. aufw.
MUEHLE	9	Su12	0	Alet	46.3	08-Jul-15	04:29:52	

...								
MUEHLE	9	Su12	0	Alet	46.3	13-Mai-16	21:28:09	
MUEHLE	9	Su12	0	Alet	46.3	13-Mai-16	21:28:10	über HW-Entl. abw.
WWKWSC	5	Su12	0	Alet	46.3	09-Jun-16	04:30:29	über HW-Entl. abw.
WWKWSC	5	Su12	0	Alet	46.3	09-Jun-16	18:47:43	

Standort	Antenne	Strecke	PIT-No	Art	Länge (cm)	Datum	Zeit	
MUEHLE	9	Su13	7	Alet	33.4	24-Apr-15	01:43:53	
MUEHLE	9	Su13	7	Alet	33.4	25-Apr-15	00:25:03	über HW-Entl. abw.
WWKWSC	6	Su13	7	Alet	33.4	21-Nov-15	07:48:46	über HW-Entl. abw.
WWKWSC	5	Su13	7	Alet	33.4	03-Jun-16	05:06:40	
WWKWSC	5	Su13	7	Alet	33.4	03-Jun-16	05:07:24	

...								
WWKWSC	5	Su13	7	Alet	33.4	06-Jun-16	11:15:03	
WWKWSC	5	Su13	7	Alet	33.4	06-Jun-16	11:15:04	über Schleuse aufw.
WWKWSC	6	Su13	7	Alet	33.4	17-Jun-16	06:13:05	über Schleuse aufw.
WWKWSC	6	Su13	7	Alet	33.4	17-Jun-16	06:13:06	

# Anhang 4: WWKW Schöftland - PIT-Signale Umgehungsgewässer

## PIT-Signale: Bewegungen beim Wasserwirbelkraftwerk Schöftland (WWKWSC)

Standorte/Antennen: 5 = Unterwasserkanal WWKW, 6 = Fischschleuse, 7 = Oberwasserkanal WWKW  
8 = Umgehungsgewässer, 9 = Mühle Schöftland

Standort	Antenne	Strecke	PIT-No	Art	Länge (cm)	Datum	Zeit	
WWKWSC	5	Su09	9223619654971079780	Barbe	26.1	02-Jun-16	16:40:45	
WWKWSC	5	Su09	9223619654971079780	Barbe	26.1	02-Jun-16	16:41:39	über HW-entl. Aufwärts
MUEHLE	9	Su09	9223619654971079780	Barbe	26.1	04-Jun-16	05:39:31	über HW-entl. Aufwärts
MUEHLE	9	Su09	9223619654971079780	Barbe	26.1	04-Jun-16	05:39:32	
...								
MUEHLE	9	Su09	9223619654971079780	Barbe	26.1	20-Jun-16	16:27:05	
MUEHLE	9	Su09	9223619654971079780	Barbe	26.1	20-Jun-16	16:27:06	
WWKWSC	8	Su09	9223619654971079780	Barbe	26.1	20-Jun-16	22:09:48	
WWKWSC	8	Su09	9223619654971079780	Barbe	26.1	20-Jun-16	22:09:56	
...								
WWKWSC	8	Su09	9223619654971079780	Barbe	26.1	20-Jun-16	22:10:56	
WWKWSC	8	Su09	9223619654971079780	Barbe	26.1	20-Jun-16	22:11:04	über UGG abwärts
WWKWSC	5	Su09	9223619654971079780	Barbe	26.1	23-Jun-16	16:00:15	über UGG abwärts
WWKWSC	5	Su09	9223619654971079780	Barbe	26.1	23-Jun-16	16:00:23	
...								
WWKWSC	5	Su09	9223619654971079780	Barbe	26.1	01-Jul-16	05:30:21	
WWKWSC	5	Su09	9223619654971079780	Barbe	26.1	01-Jul-16	07:56:52	über HW-entl. Aufwärts
MUEHLE	9	Su09	9223619654971079780	Barbe	26.1	01-Jul-16	17:21:35	über HW-entl. Aufwärts
MUEHLE	9	Su09	9223619654971079780	Barbe	26.1	01-Jul-16	17:21:36	
MUEHLE	9	Su09	9223619654971079780	Barbe	26.1	01-Jul-16	17:21:38	
MUEHLE	9	Su09	9223619654971079780	Barbe	26.1	05-Jul-16	10:13:05	
MUEHLE	9	Su09	9223619654971079780	Barbe	26.1	05-Jul-16	10:13:06	
WWKWSC	6	Su09	9223619654971079780	Barbe	26.1	05-Jul-16	18:11:37	
WWKWSC	6	Su09	9223619654971079780	Barbe	26.1	05-Jul-16	18:11:39	
...								
WWKWSC	6	Su09	9223619654971079780	Barbe	26.1	05-Jul-16	19:24:00	
WWKWSC	6	Su09	9223619654971079780	Barbe	26.1	05-Jul-16	21:42:06	über Schleuse abwärts
WWKWSC	5	Su09	9223619654971079780	Barbe	26.1	06-Jul-16	17:50:11	über Schleuse abwärts
WWKWSC	5	Su09	9223619654971079780	Barbe	26.1	06-Jul-16	18:49:50	
immer abends bis ...								
WWKWSC	5	Su09	9223619654971079780	Barbe	26.1	03-Okt-16	00:20:14	
WWKWSC	5	Su09	9223619654971079780	Barbe	26.1	03-Okt-16	00:20:17	
WWKWSC	5	Su09	9223619654971079780	Barbe	26.1	03-Okt-16	00:20:41	über HW-entl. aufwärts
MUEHLE	9	Su09	9223619654971079780	Barbe	26.1	28-Nov-16	10:36:03	über HW-entl. aufwärts
...								
WWKWSC	6	Su09	9223619654971079782	Barbe	30.5	18-Jun-16	18:02:10	
WWKWSC	6	Su09	9223619654971079782	Barbe	30.5	18-Jun-16	18:02:11	Schleuse
WWKWSC	8	Su09	9223619654971079782	Barbe	30.5	19-Jun-16	17:08:00	UGG
WWKWSC	8	Su09	9223619654971079782	Barbe	30.5	19-Jun-16	17:08:06	
WWKWSC	8	Su09	9223619654971079782	Barbe	30.5	19-Jun-16	17:08:09	
...								
WWKWSC	8	Su09	9223619654971079782	Barbe	30.5	19-Jun-16	17:26:49	
WWKWSC	8	Su09	9223619654971079782	Barbe	30.5	19-Jun-16	17:27:02	über UGG abwärts
WWKWSC	5	Su09	9223619654971079782	Barbe	30.5	20-Jun-16	08:03:47	über UGG abwärts
WWKWSC	5	Su09	9223619654971079782	Barbe	30.5	20-Jun-16	08:11:33	
...								
WWKWSC	5	Su09	9223619654971079782	Barbe	30.5	16-Jul-16	08:55:50	
WWKWSC	5	Su09	9223619654971079782	Barbe	30.5	23-Jul-16	10:09:10	fake
WWKWSC	6	Su09	9223619654971079782	Barbe	30.5	23-Jul-16	10:09:11	fake
WWKWSC	5	Su09	9223619654971079782	Barbe	30.5	24-Jul-16	00:05:30	
WWKWSC	5	Su09	9223619654971079782	Barbe	30.5	24-Jul-16	00:05:31	
...								
WWKWSC	5	Su10	9223619654971079830	Barbe	21.3	25-Okt-15	06:19:01	
WWKWSC	5	Su10	9223619654971079830	Barbe	21.3	25-Okt-15	18:10:07	über UGG aufwärts
WWKWSC	8	Su10	9223619654971079830	Barbe	21.3	04-Jan-16	19:29:46	über UGG aufwärts
WWKWSC	8	Su10	9223619654971079830	Barbe	21.3	04-Jan-16	21:30:39	
WWKWSC	8	Su10	9223619654971079830	Barbe	21.3	04-Jan-16	21:30:40	
...								
WWKWSC	8	Su10	9223619654971079830	Barbe	21.3	11-Mrz-16	03:13:08	
WWKWSC	8	Su10	9223619654971079830	Barbe	21.3	11-Mrz-16	03:13:24	über UGG abwärts

**PIT-Signale: Bewegungen beim Wasserwirbelkraftwerk Schöffland (WWKWSC)**

Standorte/Antennen: 5 = Unterwasserkanal WWKW, 6 = Fischschleuse, 7 = Oberwasserkanal WWKW

8 = Umgebungsgewässer, 9 = Mühle Schöffland

Standort	Antenne	Strecke	PIT-No	Art	Länge (cm)	Datum	Zeit	
MUEHLE	9	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	18-Nov-15	17:21:17	
MUEHLE	9	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	18-Nov-15	17:21:18	Mühle
WWKWSC	6	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	20-Nov-15	20:54:48	Schleuse
WWKWSC	6	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	20-Nov-15	20:54:49	
WWKWSC	6	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	20-Nov-15	20:54:50	
WWKWSC	6	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	20-Nov-15	20:54:51	
WWKWSC	6	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	20-Nov-15	20:54:52	
WWKWSC	6	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	20-Nov-15	20:54:53	
WWKWSC	6	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	20-Nov-15	20:54:54	
WWKWSC	6	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	20-Nov-15	20:54:56	Schleuse
MUEHLE	9	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	21-Nov-15	09:43:44	Mühle
MUEHLE	9	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	21-Nov-15	09:43:45	
...								
MUEHLE	9	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	06-Mai-16	20:45:39	
MUEHLE	9	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	06-Mai-16	20:45:41	Mühle
WWKWSC	6	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	16-Mai-16	05:31:07	Schleuse
WWKWSC	6	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	16-Mai-16	05:31:08	
WWKWSC	6	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	16-Mai-16	05:31:09	
WWKWSC	6	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	16-Mai-16	05:31:10	
WWKWSC	6	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	16-Mai-16	05:31:11	
WWKWSC	6	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	16-Mai-16	05:31:12	
WWKWSC	6	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	16-Mai-16	05:31:13	Schleuse
MUEHLE	9	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	16-Mai-16	08:36:13	Mühle
MUEHLE	9	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	16-Mai-16	08:36:14	
...								
MUEHLE	9	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	20-Mai-16	03:08:47	
MUEHLE	9	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	20-Mai-16	03:08:48	
MUEHLE	9	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	20-Mai-16	03:08:49	
MUEHLE	9	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	20-Mai-16	03:08:50	Mühle
WWKWSC	8	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	21-Mai-16	01:09:38	UGG
WWKWSC	6	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	25-Mai-16	17:08:17	Schleuse
WWKWSC	6	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	25-Mai-16	17:08:18	
...								
WWKWSC	6	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	25-Jun-16	23:55:44	
WWKWSC	6	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	25-Jun-16	23:55:45	
WWKWSC	6	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	25-Jun-16	23:55:51	Schleuse
WWKWSC	7	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	26-Jun-16	06:55:52	Oberwasserkanal
WWKWSC	7	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	26-Jun-16	06:55:53	
WWKWSC	7	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	26-Jun-16	06:55:54	
WWKWSC	7	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	26-Jun-16	06:56:07	
...								
WWKWSC	7	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	11-Jul-16	22:41:30	
WWKWSC	7	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	11-Jul-16	22:41:31	Oberwasserkanal
WWKWSC	6	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	12-Jul-16	07:32:06	Schleuse
WWKWSC	6	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	12-Jul-16	14:44:08	
...								
WWKWSC	6	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	14-Jul-16	00:44:11	
WWKWSC	6	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	14-Jul-16	00:44:15	Schleuse
WWKWSC	7	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	14-Jul-16	23:44:25	Oberwasserkanal
WWKWSC	7	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	14-Jul-16	23:58:09	
WWKWSC	7	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	14-Jul-16	23:58:12	
...								
WWKWSC	7	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	16-Jul-16	01:26:07	
WWKWSC	7	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	16-Jul-16	01:26:33	Oberwasserkanal
WWKWSC	6	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	19-Jul-16	02:59:33	Schleuse
WWKWSC	7	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	20-Jul-16	01:21:38	Oberwasserkanal
WWKWSC	7	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	20-Jul-16	01:22:28	
WWKWSC	7	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	20-Jul-16	01:22:40	
WWKWSC	7	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	20-Jul-16	01:22:45	Oberwasserkanal
WWKWSC	6	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	20-Jul-16	05:45:50	Schleuse
WWKWSC	6	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	20-Jul-16	05:51:35	
...								
WWKWSC	6	Su11	9223619654971079892	Barbe	31	13-Sep-16	21:52:46	

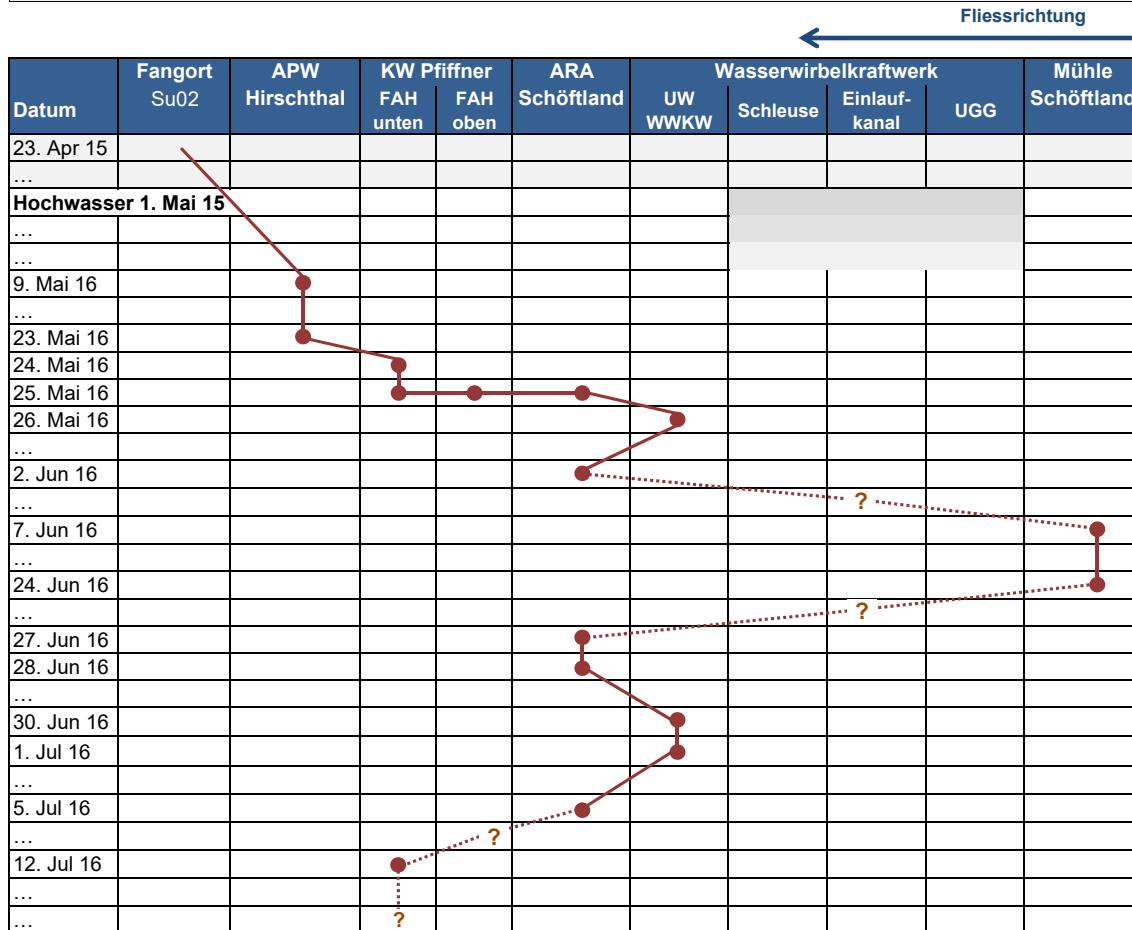




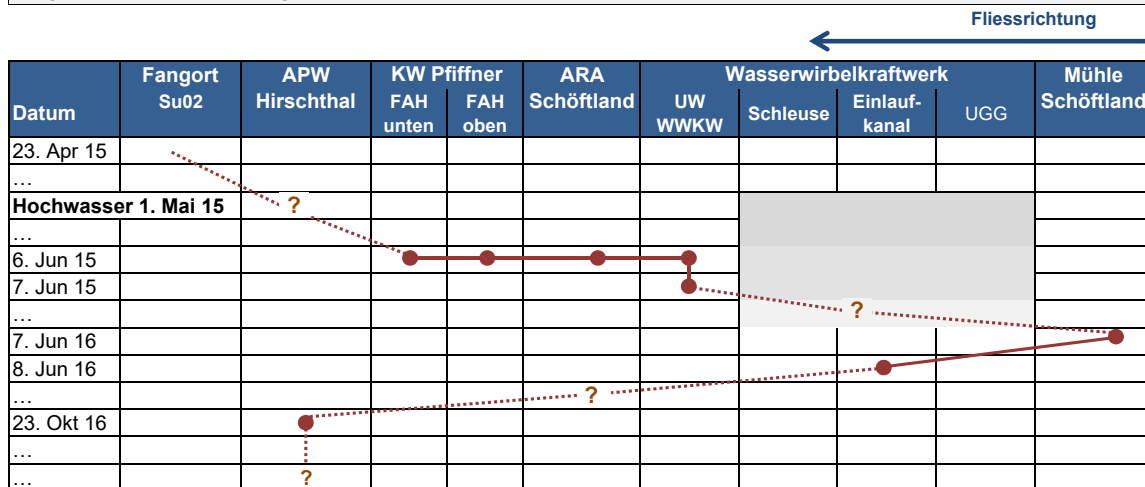


# Anhang 6: Wanderaktivität ausgewählter Individuen

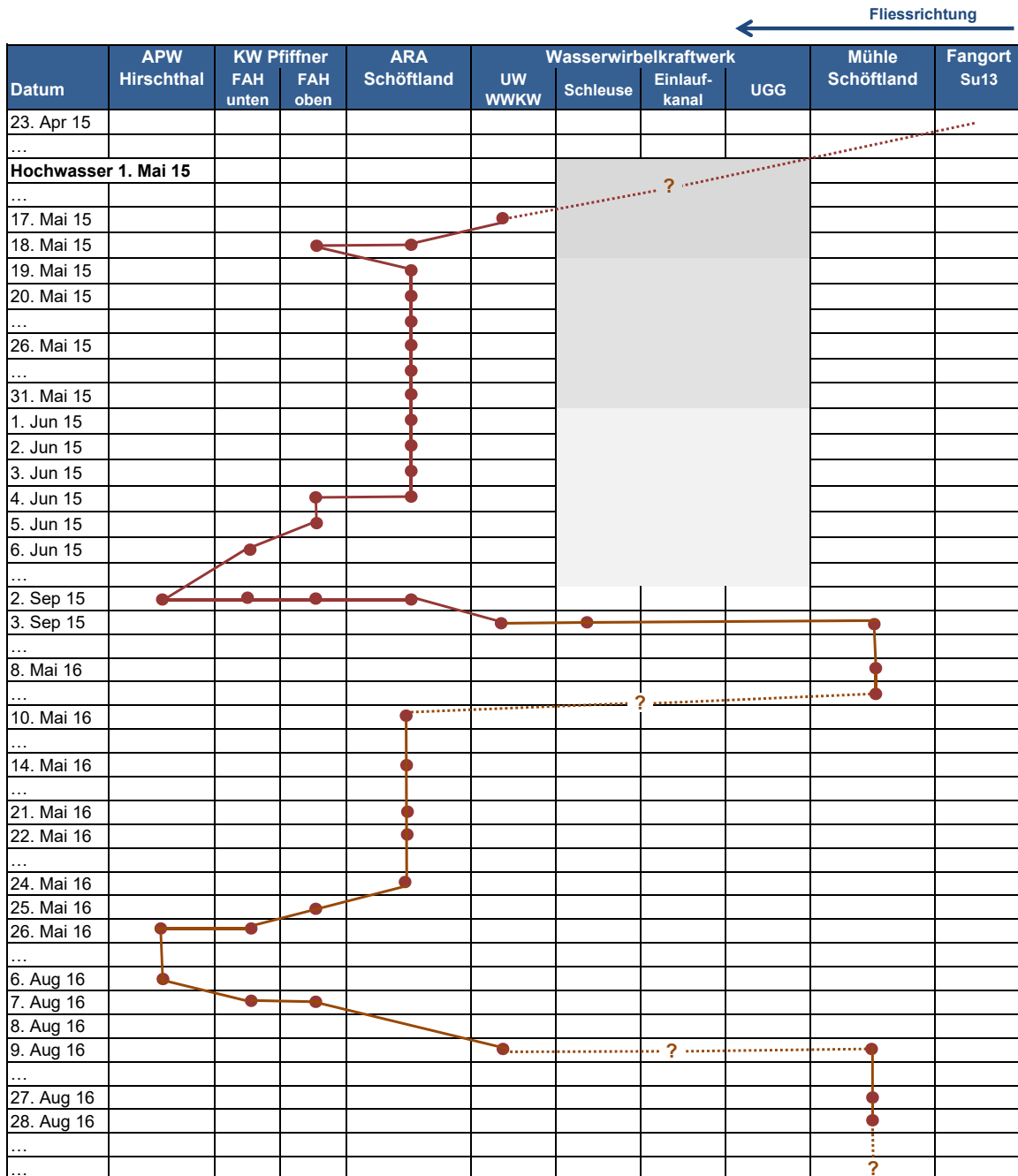
**Fischart:** Bachforelle **Fangdatum:** 23. Apr 15 **PIT-No:** 9223619654971079563  
**Länge:** 20.1 cm **Fangort:** Su02



**Fischart:** Bachforelle **Fangdatum:** 23. Apr 15 **PIT-No:** 9223619654971079553  
**Länge:** 16.1 cm **Fangort:** Su02

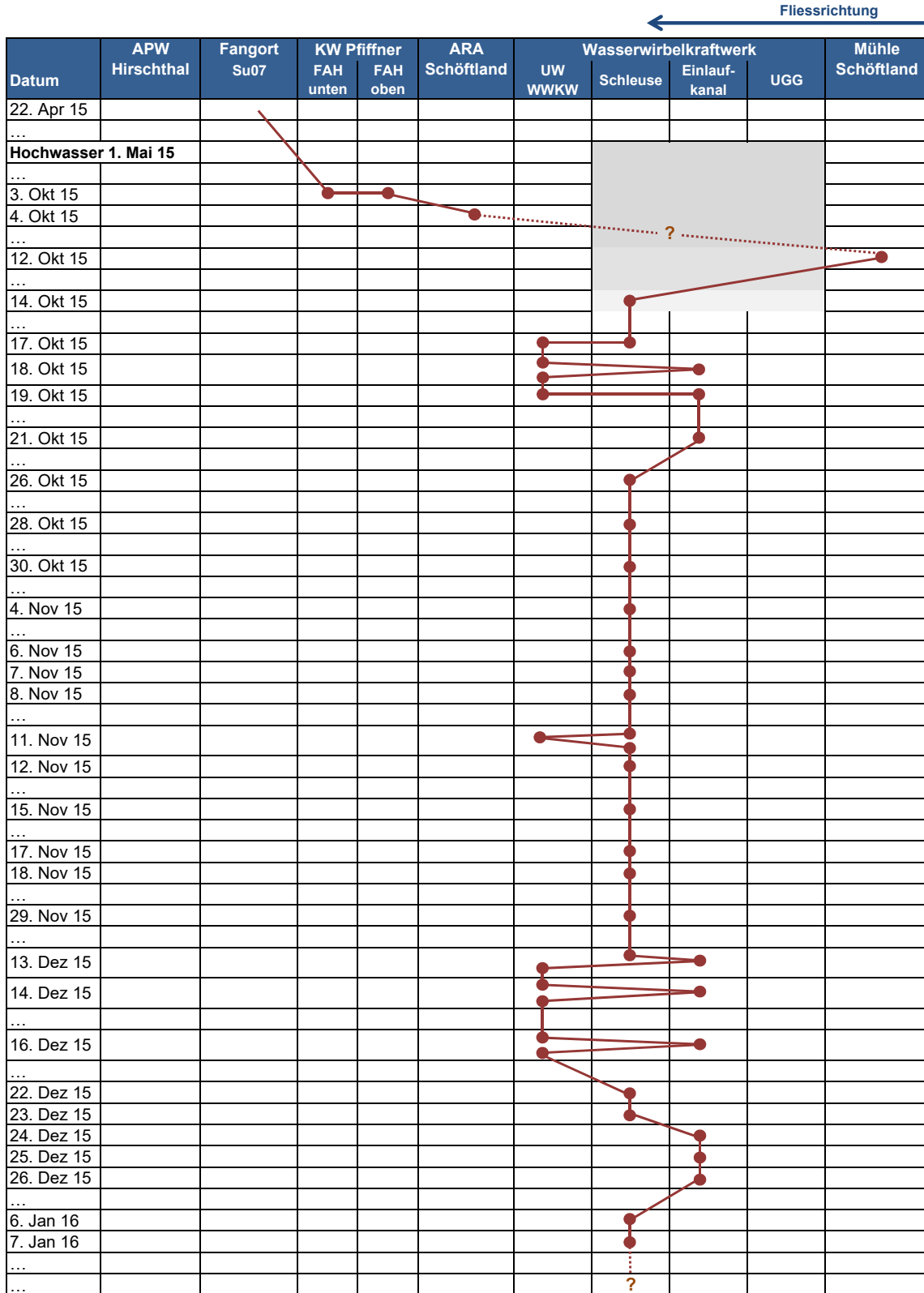


Fischart: Barbe      Fangdatum: 23. Apr 15      PIT-No: 9223619654971079615  
 Länge: 41 cm      Fangort: Su13

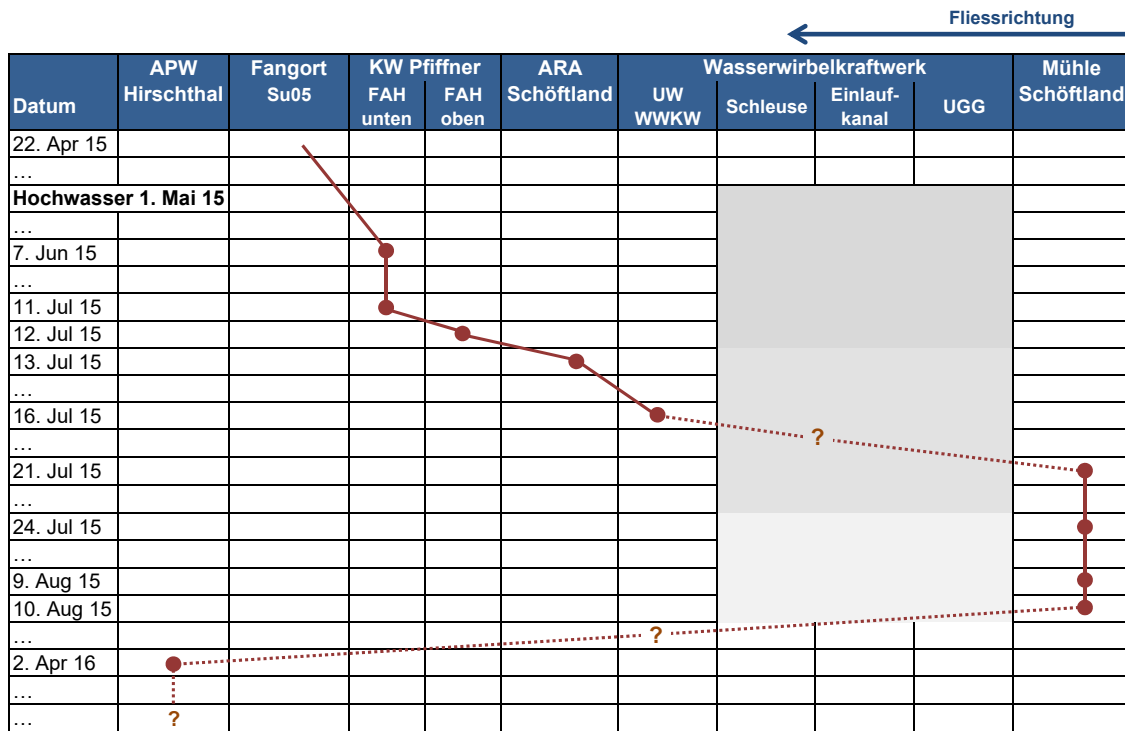




**Fischart:** Bachforelle **Fangdatum:** 22. Apr 15 **PIT-No:** 9223619654971079486  
**Länge:** 20.8 cm **Fangort:** Su07



**Fischart:** Schneider **Fangdatum:** 22. Apr 15 **PIT-No:** 509285849059780365  
**Länge:** 8.6 cm **Fangort:** Su05



**Fischart:** Alet **Fangdatum:** 23. Apr 15 **PIT-No:** 9223619654971079494  
**Länge:** 31.2 cm **Fangort:** Su01

