

# Fischschutz und Fischabstieg in Österreich – Teilbericht 4

Fallstudie Fritzbach & Kleinarler Ache

Mitfinanziert von:



# **Fischschutz und Fischabstieg in Österreich – Teilbericht 4**

Fallstudie Fritzbach & Kleinarler Ache

Wien, 2019

## **Impressum**

Medieninhaber und Herausgeber:

Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus

Stubenring 1, 1010 Wien

Autoren: Pablo Rauch und Günther Unfer (Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement)

Fotonachweis: sofern nicht anders angegeben – alle Abbildungen und Fotos: Pablo Rauch  
Wien, 2019. Stand: 19. Juli 2019

### **Copyright und Haftung:**

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.

Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist.

Rechtausführungen stellen die unverbindliche Meinung der Autorin/des Autors dar und können der Rechtssprechung der unabhängigen Gerichte keinesfalls vorgreifen.

### **Förderung:**

Das Forschungsprojekt wurde aus Mitteln des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus, durch das Land Niederösterreich, Land Oberösterreich, Land Salzburg, Land Steiermark sowie den Verein Kleinwasserkraft Österreich und den Österreichischen Fischereiverband (unter Beteiligung der LFV NÖ, ÖO, Tirol und dem WFA) finanziert. Die Abwicklung der Umweltförderung erfolgte durch die Kommunalkredit Public Consulting.

# Inhalt

<b>1 Projektziele</b> .....	<b>6</b>
<b>2 Wasserkraftnutzung an Fritzbach und Kleinarler Ache</b> .....	<b>7</b>
2.1 Kraftwerk Fritzbach.....	7
2.1.1 Gewässercharakteristik im Untersuchungsgebiet.....	7
2.1.2 Bauliche Merkmale der Wasserfassung Hütttau.....	8
2.1.3 Durchwanderbarkeit des Wehrs des KW Fritzbach.....	13
2.2 Kraftwerk Kleinarl.....	15
2.2.1 Gewässercharakteristik im Untersuchungsbereich.....	15
2.2.2 Bauliche Merkmale der Wasserfassung Kleinarl.....	16
2.2.3 Durchwanderbarkeit des Wehrs des KW Kleinarl.....	17
<b>3 Gewässerökologische Charakteristik</b> .....	<b>20</b>
3.1 Hydrologie.....	21
3.1.1 Abfluss am Standort Fritzbach im Untersuchungszeitraum.....	21
3.1.2 Abfluss am Standort Kleinarl im Untersuchungszeitraum.....	22
3.2 Fischökologische Charakterisierung.....	24
3.2.1 Rezente Befischungsergebnisse - Fritzbach.....	25
3.2.2 Rezente Befischungsergebnisse - Kleinarler Ache.....	27
<b>4 Methodik</b> .....	<b>29</b>
4.1 Elektrobefischungen.....	29
4.1.1 Theorie der Elektrobefischung.....	29
4.1.2 Methodisches Vorgehen während der Befischung.....	30
4.2 Fischmarkierung mittels PIT-Tags.....	31
4.2.1 Funktionsweise der Tags.....	31
4.2.2 Methodisches Vorgehen bei der Fischmarkierung.....	32
4.2.3 Aufbau der Registrierstationen.....	33
4.2.4 Antennenanordnung an Fritzbach und Kleinarler Ache.....	34
4.2.5 Datenverarbeitung und Aufbereitung.....	37
<b>5 Ergebnisse</b> .....	<b>38</b>

5.1 Elektrobefischungen Herbst 2017 .....	38
5.1.1 Bewertung des Fischbestandes am Standort Fritzbach.....	40
5.1.2 Bewertung des Fischbestandes am Standort Kleinarl .....	44
5.2 Fischmarkierung mittels PIT-Tags .....	49
5.3 PIT-Monitoring .....	52
5.3.1 Monitoring Fritzbach.....	52
5.3.2 Monitoring Kleinarler Ache .....	61
5.4 Abschließende Befischungen .....	69
5.4.1 Frühjahrsbefischung Fritzbach .....	69
5.4.2 Frühjahrsbefischung Kleinarler Ache.....	71
<b>6 Diskussion.....</b>	<b>76</b>
6.1 Bewertung des Fischbestandes an Fritzbach und Kleinarler Ache.....	76
6.2 Bewertung der Wanderkorridore .....	81
6.2.1 Wanderkorridore am KW Fritzbach.....	81
6.2.2 Wanderkorridore am KW Kleinarl .....	82
6.3 Beurteilung der Fischwanderungen an Fritzbach und Kleinarler Ache .....	83
6.3.1 Effizienz unterschiedlicher Wanderkorridore .....	85
6.3.2 Bewertung des Fischabstiegs .....	89
6.4 Empfehlungen und Schlussfolgerung .....	91
Versetzung der Abstiegsklappe an den Gewässerrand.....	91
Versetzung der Abstiegsklappe zum Feinrechen.....	92
Zusatzdotations der FAH zur Ermöglichung eines Fischabstiegs auf Höhe des Wehrs..	93
Management des Wehrüberlaufs .....	94
<b>Danksagungen.....</b>	<b>96</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>97</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>98</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>102</b>

# 1 Projektziele

Im Rahmen des Forschungsprojekts „Fischschutz und Fischabstieg in Österreich“, wurde die Thematik des Fischabstieges in österreichischen Fließgewässern erstmals genauer untersucht. Antizipierte Ergebnisse des Projekts sollten dazu beitragen, Lösungsvorschläge für die österreichische Fluss- bzw. Kraftwerkslandschaft zu erarbeiten und den Beitrag bzw. die Notwendigkeit des Fischabstieges zur Erreichung des Sanierungs- und Erhaltungszieles „guter ökologischer Zustand/gutes ökologisches Potential“ für relevante Fischregionen zu klären. Das Augenmerk richtet sich dabei auf Kleinkraftwerke unterschiedlicher Gewässertypen in Österreich.

Zentrale Bestandteile des Projekts sind drei Fallstudien – an der Thaya in Niederösterreich, der Seeache in Oberösterreich sowie dem Fritzbach und der Kleinarler Ache in Salzburg.

Im vorliegenden Berichtsteil werden die Ergebnisse der Fallstudie Salzburg an Fritzbach und Kleinarler Ache beschrieben und dargestellt. Die Resultate stehen thematisch in starkem Zusammenhang mit den weiteren Fallstudien Thaya und Seeache. Die im Projekt-Endbericht enthaltene zusammenfassende Diskussion ist somit auch hinsichtlich vorliegendem Bericht von hoher Relevanz. Im Zuge der Fallstudie Salzburg wurde an zwei neu errichteten Kraftwerksstandorten die Fischwanderung – insbesondere die Abwanderung – der lokalen Fischfauna untersucht. An beiden Standorten wurden Ausleitungskraftwerke errichtet, wobei an den Wasserfassungen Fischauftieghilfen (Vertical-Slot Bauweise) sowie Klappen im Wehrfeld zum Fischabstieg gebaut wurden.

Beide Standorte liegen in der Forellenregion im Einzugsgebiet der mittleren Salzach. Der Fischbestand beider Gewässer besteht fast ausschließlich aus Bachforellen. Die Ergebnisse der Fallstudie Salzburg sind grundsätzlich auf alle österreichischen Gewässer der Forellenregion übertragbar. Konkret sollten folgende Forschungsfragen bearbeitet werden:

- Wie viele Fische und welche Arten steigen über die neu errichteten FAHs auf?
- Wie effizient sind die installierten Abstiegsklappen für die flussabwärts gerichtete Migration der Bachforelle?
- Welche Korridore für den Abstieg werden angenommen?
- Gibt es Unterschiede zwischen der Anlage mit einem Louver zu jener ohne? Inwieweit erfüllt der Louver eine Leitwirkung?

## 2 Wasserkraftnutzung an Fritzbach und Kleinarler Ache

Für die Fallstudie Salzburg wurden zwei Kraftwerksanlagen als Untersuchungsstandorte ausgewählt, die in den Jahren 2013 (KW Kleinarl) und 2015 (KW Fritzbach) in Betrieb genommen wurden. Beide Anlagen sind Ausleitungskraftwerke und befinden sich in der oberen Forellenregion im Einzugsgebiet der Salzach im Bezirk Sankt Johann im Pongau. Gegenstand der Untersuchungen waren die Fischwanderungen an den jeweiligen Wasserfassungen bzw. Wehren der Kraftwerke. Im Folgenden wird mit „Anlage“, sofern nicht anders angegeben, das Bauwerk der Wasserfassung angesprochen.

### 2.1 Kraftwerk Fritzbach

Das Wasserkraftwerk Fritzbach der Salzburg AG wurde 2015 in Betrieb genommen und befindet sich im unteren Bereich des Fritzbaches. Die Wasserfassung liegt am unteren Ortsende der Gemeinde Hütttau, das Kraftwerk selbst am unteren Ende des Fritzbaches in der Gemeinde Pfarrwerfen bei der Mündung in die Salzach. Die Länge der Ausleitungsstrecke beträgt 8,7 km bei einer Fallhöhe von 159 m. Zur Stromerzeugung wird eine 6-düsige Peltonturbine verwendet. Die Engpassleistung der Anlage beträgt 5,4 MW bei einem Ausbaudurchfluss von 4,5 m<sup>3</sup>/s. Die durchschnittliche Jahreserzeugung wird mit 28.000 MWh angegeben.

#### 2.1.1 Gewässercharakteristik im Untersuchungsgebiet

Die Wasserfassung des KW Fritzbach befindet sich gut 8 km oberhalb der Mündung des Fritzbaches in die Salzach. Der Staubereich ist etwa 150 m lang. Die Wassertiefe liegt im Staubereich zwischen 1 und 1,5 m, in der Vollwasserstrecke oberhalb der Wasserfassung bei etwa 0,3-0,6 m. Die Gewässerbreite im Oberwasser der Anlage beträgt zwischen 9 und 13 m. Die morphologische Ausstattung ist in der Strecke oberhalb des Wehrs (im direkten Ortsgebiet von Hütttau) homogen, die Ufer sind beidseitig hart verbaut, das Sohlsubstrat eher einheitlich von größeren Steinen geprägt.

Die Restwasserstrecke hat eine mittlere benetzte Breite von 8-9 m und ist grundsätzlich gut strukturiert, d. h. neben einer gewässertypischen Substratzusammensetzung sind die Ufer relativ naturnahe gestaltet, wobei eine Uferdynamik aufgrund der Eintiefung des Bachbettes

nicht oder nur eingeschränkt möglich ist. Die Wassertiefen in der Restwasserstrecke liegen aufgrund der geringen Wasserführung im Mittel bei 15 cm. Tiefere Bereiche bzw. Habitate fehlen fast gänzlich.

Die Konnektivität im untersuchten Abschnitt des Fritzbaches ist räumlich stark begrenzt. Etwa 300 m unterhalb der Wasserfassung befindet sich eine Sohlschwelle mit einer Höhe von knapp 2 m, die ein Aufwandern von Fischen aus weiter flussab liegenden Bereichen des Fritzbaches bis zur Wehranlage verhindert. Auch oberhalb der Wasserfassung ist die frei durchwanderbare Strecke auf einen Abschnitt von etwa 500 m begrenzt. Oberhalb schließt das Kraftwerk Mann mit einem installierten Tirolerwehr und einer Fallhöhe von ca. 3 m an. Eine Wanderung von Fischen in weiter flussauf liegende Bereiche des Fritzbaches ist also ebenfalls ausgeschlossen. Etwa 250 m oberhalb der Wasserfassung Hütttau mündet am rechten Ufer der Larzenbach in den Fritzbach, der grundsätzlich als Fischlebensraum charakterisiert ist, im Mündungsbereich jedoch ein starkes Gefälle aufweist und aus dem Fritzbach nur bedingt passierbar ist.

### **2.1.2 Bauliche Merkmale der Wasserfassung Hütttau**

Für das Projekt von Bedeutung ist vor allem das Bauwerk der Wasserfassung des Kraftwerks, da dort das Wehr mitsamt FAH und Restwasser- /Abstiegsklappe errichtet wurde.

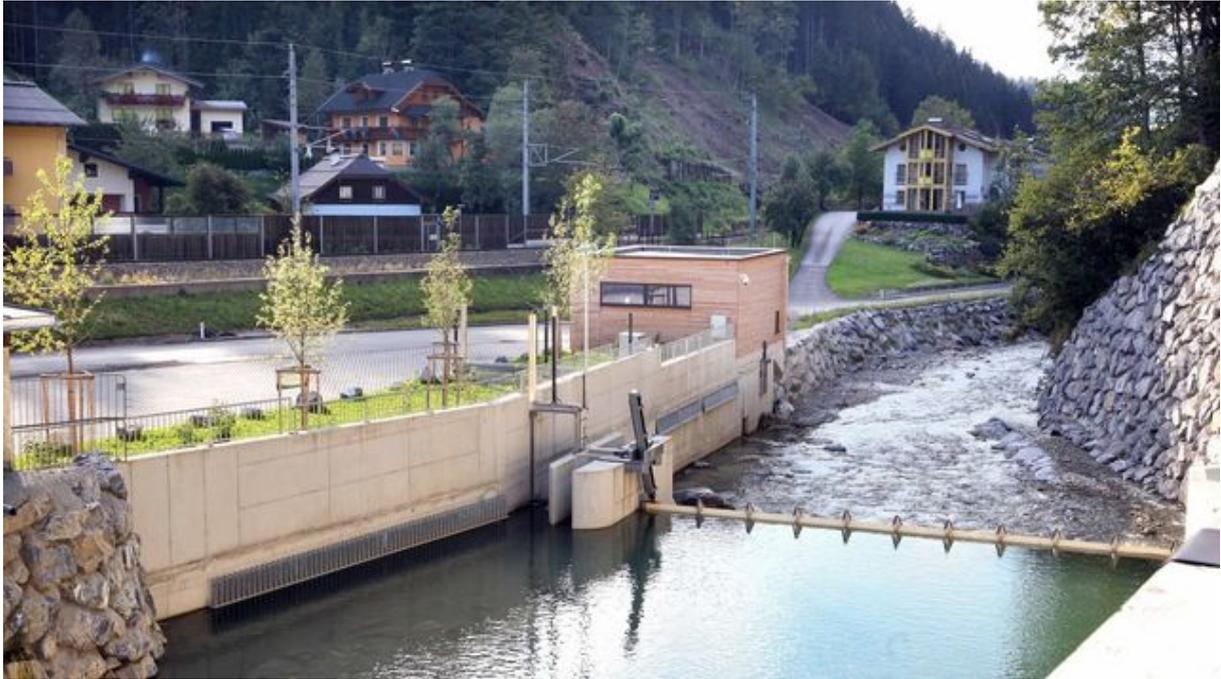


Abbildung 1: Wasserfassung des KW Fritzbach in Hütttau. Bildquelle: Salzburg AG

Knapp 30 m oberhalb der Wehrkante zweigt am orografisch rechten Ufer die Fischaufstiegshilfe ab. Diese wird mit 450 l/s dotiert und bildet gemeinsam mit der Dotation über die Abstiegsklappe den Mindestabfluss der Restwasserstrecke. Die FAH ist in Vertical-Slot Bauweise errichtet und besteht aus 11 Becken (2,9 x 1,9 m) mit einer Schlitzweite von 30 cm.

Die Restwasserstrecke wird dynamisch dotiert (20% des Zuflusses), wobei eine Mindestwassermenge von 600 l/s eingehalten werden muss. Neben der erwähnten Dotation der FAH werden also zumindest 150 l/s über die am linken Rand der Wehrkante angebrachte Abstiegsklappe abgegeben. Ab einem Abfluss von knapp über 6 m<sup>3</sup>/s muss Wasser zusätzlich über das Wehr abgegeben werden, da die maximale Kapazität der Turbine (4,5 m<sup>3</sup>/s), der Abstiegsklappe (1,1 m<sup>3</sup>/s) und FAH (0,45 m<sup>3</sup>/s) erreicht ist.

Die Abstiegsklappe am Kraftwerk Fritzbach ist linksufrig in der Wehrachse installiert, wobei sie etwa 1,5 m vom Ufer versetzt – und damit nicht bündig am Gewässerrand – positioniert ist. Der Zulauf zur Klappe ist aus dem Oberwasser kommend mittels Betonwände kanalförmig ausgeführt, wobei die Breite des Zulaufes 60 cm beträgt (Abbildung 2). Im vorderen Bereich des etwa 5,5 m langen Zulaufes ist die Klappe angebracht, die als sohlbündige Stahlrampe mit variablem Anstellwinkel ausgeführt ist. Der Wasserpolster am vorderen Ende der Klappe ist im Mittel etwa 30 cm tief. Die Klappe wird permanent mit etwa 150 l/s dotiert und kann maximal 1,1 m<sup>3</sup>/s abarbeiten. Im Unterwasser der Klappe ist ein Kolk ausgebildet, der eine verletzungsfreie Passage ins Unterwasser ermöglichen soll.



Abbildung 2: Abstiegsklappe/Restwasserklappe an der Wasserfassung des KW Fritzbach.

Die eigentliche Wasserfassung, der Zulauf Richtung Turbine, befindet sich am linken Ufer oberhalb der Wehrachse und ist durch einen Louver vom Gewässerbett abgegrenzt (Abbildung 3). Der Louver stellt eine spezielle Form eines Grobrechens dar und soll einerseits grobes Geschiebe und Geschwemmsel vom Einzug in den Triebwasserkanal abhalten, andererseits soll durch die spezielle Anordnung der Stäbe eine, im Vergleich zu Grobrechen mit gleichen Stabanständen, bessere Leitwirkung für Fische erreicht werden. Im Prinzip sollten also abwanderwillige Individuen von einem Einwandern in die Wasserfassung abgehalten und gleichzeitig Richtung Abstiegshilfe geleitet werden. Die Funktionalität von Louvern als Verhaltensbarriere für Fische basiert auf dem Prinzip der Strömungsänderung durch ein schräg zur Fließrichtung angeordnetes Rechenfeld mit horizontal angeordneten Platten anstelle schmaler Rechenstäbe. Nähere Informationen zur Funktionsweise und möglichen Ausführung von Louvern können der Literaturstudie dieses Projekts entnommen werden (Teilbericht 1).



Abbildung 3: Ansicht des (nicht eingestauten) Louvers an der Wasserfassung Hütttau in Richtung stromauf.

Der Louver am KW Fritzbach ist streng genommen eine Sonderform zwischen einem „herkömmlichem“ Louver und Bar Racks. Die Rechenstäbe sind in diesem Fall mit der Strömungsrichtung gekrümmt und nicht flach ausgeführt (Abbildung 4). Der am Fritzbach angebrachte Louver hat eine lichte Weite von 15 cm und soll im Vergleich zu einem herkömmlichen Grobrechen mehr Fische in Richtung der Abstiegsklappe leiten. Der Louver ist entlang der Uferkante des Fritzbaches angebracht.



Abbildung 4: Anordnung (LW 15 cm) und Ausformung der Platten für den Louver am KW Fritzbach.

In Strömungsrichtung folgt auf den Louver am Gewässerrand allerdings nicht die Abstiegsklappe, sondern ein Spülschütz, der nur im Bedarfsfall (bei stärkerer Verkläuerung des Louvers bzw. des Einlaufbauwerkes) geöffnet wird. Gemäß Informationen des KW-Betreibers wird dieser Spülschütz maximal monatlich geöffnet. Um die Auffindbarkeit der Abstiegsklappe für Fische zu erhöhen, wurde in die dem Ufer zuwandte Betonwand die den Kanal zur Klappe bildet, ein 50 cm Rohrdurchlass mittig in der Wassersäule eingebaut.



Abbildung 5: (links) Wasserfassung Hütttau mit Louver. Am unteren Ende des Louvers folgt ein Spülschütz sowie (versetzt) der Zulauf zur Abstiegsklappe, (rechts) Rohrdurchlass auf der dem Ufer zugewandten Seite des Zulaufkanals zur Abstiegsklappe.

### 2.1.3 Durchwanderbarkeit des Wehrs des KW Fritzbach

Wie bereits erwähnt, ist die Durchwanderbarkeit des Fritzbaches nur begrenzt bis gar nicht gegeben, die Studie betrachtet einen insgesamt lediglich ca. 800 m langen Abschnitt, der die Wasserfassung des KW Hütttau beinhaltet. An der Wehranlage selbst wurden im Zuge des Kraftwerksbaues eine FAH sowie mehrere Möglichkeiten zum Fischabstieg errichtet.

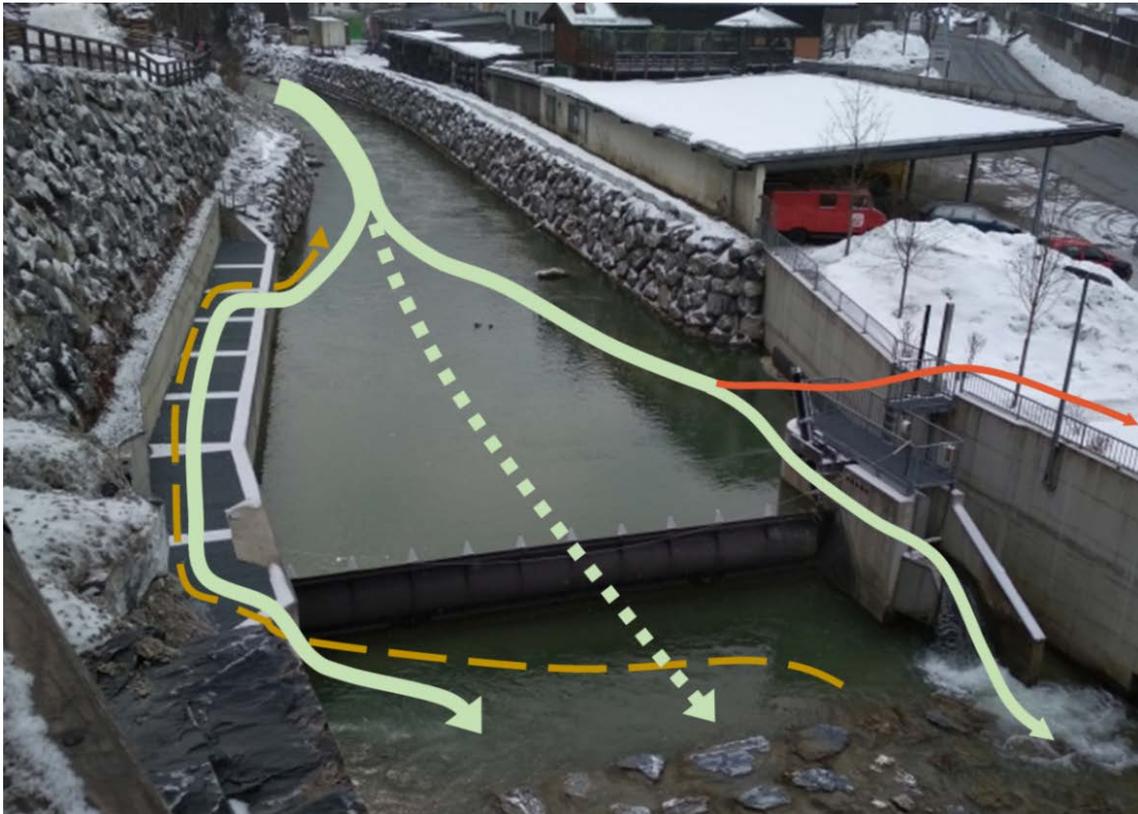


Abbildung 6: Wanderkorridore an der Wasserfassung des KW Fritzbach in Hütttau. Grün: Abstiegskorridor permanent verfügbar. Strichliert: Abstiegskorridor manchmal verfügbar. Rot: Abstiegskorridor permanent verfügbar, hohes Schädigungspotenzial. Gelb: Aufstiegskorridor.

Die FAH kann potenziell auch als Abstiegskorridor genutzt werden. Dafür müssen Fische allerdings den oberwasserseitigen Eingang in die FAH, der 30 m oberhalb des Wehrs situiert ist, finden. Einen weiteren permanent dotierten Abstiegskorridor bietet die Fischabstiegs- bzw. Restwasserklappe, die zumindest mit 150 l/s ständig überströmt ist. Das Wehr selbst ist spätestens ab einem Zufluss von 6 m<sup>3</sup>/s überströmt (Maximaldurchfluss von Turbine, FAH und Abstiegsklappe wird überschritten). Um den Stauraum von anfallendem Sediment und Geschwemmsel zu befreien, wird das Wehr außerdem in unregelmäßigen Abständen abgesenkt. Im Untersuchungszeitraum (Oktober 2017 bis März 2018) war dies 22-mal - im

Schnitt einmal wöchentlich – der Fall. Bei überströmtem oder abgesenktem Wehr ist ein Fischabstieg auch über das Wehr möglich.

Fische die nicht vom Louver zur Abstiegsklappe geleitet werden, sondern diesen passieren, können den Sandfang bis zum Einlauf in die Druckrohrleitung durchschwimmen. Die Rohrleitung ist durch einen vertikalen, schräg nach oben verlaufenden Feinrechen mit einer lichten Weite von 20 mm geschützt. Kleinere Fische (Bachforellen bis 20 cm Länge) können den Feinrechen theoretisch passieren, größere Individuen werden vom Einzug in die Druckrohrleitung abgehalten. Je nach Verlegung des Rechens mit Treibgut wird dieser mittels automatischer Reinigungsanlage gesäubert. Das anfallende Rechengut bzw. potentiell auch Fische, die von der Reinigungsanlage erfasst werden, werden über eine Spülrinne in die Restwasserstrecke ausgespült. Diese Möglichkeit des (schadlosen) Fischabstieges ist jedenfalls von untergeordneter Bedeutung. Einerseits ist die Wahrscheinlichkeit von der Rechenreinigung erfasst zu werden aufgrund der Fluchtreaktion von Fischen gering, andererseits wurde versucht, ein Einschwimmen in den Sandfang bis zum Rechen durch die Installation des Louver zusätzlich unattraktiv zu machen. Ein Überleben der Fische bei Passage durch den Feinrechen und anschließender Turbinenpassage kann aufgrund des hohen Wasserdruckes und der hohen Drehzahl der Pelton-Turbine jedenfalls ausgeschlossen werden.

## 2.2 Kraftwerk Kleinarl

Das Ausleitungskraftwerk Kleinarl der Energie AG befindet sich in der Gemeinde Kleinarl an der Kleinarler Ache. Die Wasserfassung ist im Ortsteil Brandstatt auf einer Seehöhe von 987 m.ü.A gelegen. Von dort führt eine Druckrohleitung knapp 4 km flussab zum Krafthaus in Vorderkleinarl.

Die Fallhöhe der Anlage beträgt 71,7 m, die Ausbauwassermenge ist mit 3,3 m<sup>3</sup>/s angegeben. Zur Stromproduktion werden zwei Francisturbinen betrieben. Das turbinierte Wasser wird nach dem Krafthaus direkt in die Druckleitung des unterliegenden Kraftwerks Spannberg geleitet. Die Engpassleistung des KW Kleinarl ist mit 1,84 MW beziffert, das Regelarbeitsvermögen beträgt 8.700 MWh. Ähnlich dem Kraftwerk Fritzbach ist für vorliegendes Projekt vor allem die Wasserfassung der Anlage mit Wehr von Bedeutung. Neben einer Fischaufstiegshilfe in Vertical-Slot Bauweise wurde eine Restwasserklappe bzw. Fischabstiegsklappe in der Wehrkrone eingebaut, die allerdings im Unterschied zum KW Fritzbach nicht permanent dotiert ist.

### 2.2.1 Gewässercharakteristik im Untersuchungsbereich

Die Kleinarler Ache entspringt beim Tappenkarsee und durchfließt im Anschluss den Jägersee, welcher etwa 7 km oberhalb der Wasserfassung liegt. Die Ufer der Kleinarler Ache sind im Nahbereich der Anlage vor allem in den Siedlungen vor Hochwasser gesichert und entsprechend verbaut. Das Sohls substrat sowie die Sohldynamik sind im Wesentlichen als naturnah anzusehen. Das Flussbett ist in der Vollwasserstrecke oberhalb der Wasserfassung von größeren Blöcken und losem Schotter geprägt. In der Restwasserstrecke sind Bereiche mit feinerem Substrat sowie Schotter häufig. Generell ist die Geschiebedynamik im Gewässer hoch – vor allem bei Hochwassersituationen im Frühjahr.

Der Stau des Kraftwerks Kleinarl ist mit etwa 80 m relativ kurz, die benetzte Breite liegt in der Vollwasserstrecke bei etwa 9-11 m bei einer Wassertiefe von durchschnittlich 30 cm. In der Restwasserstrecke verringert sich die benetzte Breite auf etwa 6 m, die Wassertiefen liegen im Schnitt bei 10-20 cm.

Die Durchgängigkeit der Kleinarler Ache flussauf und flussab der Wasserfassung ist fast uneingeschränkt möglich. Es existieren kleinere, passierbare Sohlschwellen im oberhalb gelegenen Ortsgebiet von Kleinarl. Die Restwasserstrecke ist bis zum unterliegenden Kraftwerk durchgängig. An der Wasserfassung des KW Spannberg existiert ebenfalls eine Fischaufstiegshilfe. Unterhalb dieses Bereichs, vor dem Ortsanfang Wagrain existiert eine Reihe von großen Sohlschwellen.

### 2.2.2 Bauliche Merkmale der Wasserfassung Kleinarl

Die Wasserfassung ist mit einer Wehrklappe ausgeführt, am orografisch rechten Ufer wird das Wasser in die Druckrohrleitung eingezogen. An der linken Uferseite zweigt 15 m oberhalb des Wehrs die Fischaufstiegshilfe ab, welche in Vertical-Slot Bauweise ausgeführt ist und mit 380 l/s dotiert wird. Die FAH besteht aus 11 Becken mit einer Abmessung von 2,85x1,8 m und einer Schlitzweite von mind. 25 cm. Das unterwasserseitige Ende der FAH befindet sich knapp unterhalb der Wehrachse. Die FAH bildet die Mindestdotierung der Restwasserstrecke, wobei grundsätzlich 20% des natürlichen Zuflusses als Restwasser abgegeben werden müssen.



Abbildung 7: Wehranlage des KW Kleinarl. Am linken Ufer ist in die Betonwand der Einstieg in die FAH eingebaut, am rechten Gewässerrand ist die Wasserfassung mit anschließender Abstiegs/Restwasserklappe situiert.

An der Wasserfassung wurde Richtung Turbinenleitung ein Grobrechen (8x0,9 m) installiert. Das durch den Grobrechen eingezogene Wasser durchfließt zuerst den Sandfang und wird vor Beginn der Druckrohrleitung mittels eines Feinrechens nochmals gefiltert. Der Feinrechen ist schräg angerammt und mit vertikal angeordneten Stäben mit einer lichten Weite von 20 mm ausgestattet. Die automatische Rechenreinigung mit Spülrinne befördert das sich ansammelnde Treibgut ins Unterwasser der Anlage. Der Grobrechen hat in der oberen Hälfte eine lichte Weite von 18 cm, in der unteren Hälfte 9 cm.

Am unteren Ende des Grobrechens ist der Grundablass (Breite 1,01 m) situiert, an dessen Oberkante eine schräg ausgerichtete, regelbare Restwasser- bzw. Fischabstiegsklappe angebracht ist (Breite der Klappe 1,01 m, Überströmung je nach Regelung ca. 10 cm). Die Klappe dient auch als Spüleinrichtung für Treibgut, das am Grobrechen anfällt.



Abbildung 8: Abstieg-/Restwasserklappe an der Wasserfassung des KW Kleinarl.

Die Abstiegsklappe wird bei Mindestdotierung der Restwasserstrecke (380 l/s) nicht ständig dotiert, sie dient nur im Falle höherer Abflüsse der Zusatzdotierung für die Restwasserstrecke. Für den Zeitraum der gegenständlichen Untersuchungen wurde die Klappe jedoch durchgehend mit zumindest 80 l/s dotiert, um einen eventuellen Abstieg von Fischen zu begünstigen. Ab einem natürlichen Zufluss von mehr als 1,9 m<sup>3</sup>/s müssen mehr als die angegebenen 380 l/s als Restwasserdotierung abgegeben werden bzw. ist die Klappe ab diesem Abflusswert überflossen. Im Jahr 2017 wurde dieser Wert an 240 Tagen überschritten. Im Unterwasser der Klappe ist ein kleiner Kolk ausgebildet, um einen Abstieg von Fischen verletzungsfrei zu ermöglichen.

### 2.2.3 Durchwanderbarkeit des Wehrs des KW Kleinarl

An der Wasserfassung des KW Kleinarl gibt es mehrere Korridore, die von Fischen potenziell zur Auf- bzw. Abwanderung über die Wehranlage genutzt werden können. Für den Fischeaufstieg steht die FAH zur Verfügung. Der unterwasserseitige Einstieg ist nahe der Wehrachse gelegen und somit für aus der Restwasserstrecke kommende Fische gut

auffindbar. Da die FAH im Regelfall die gesamte Dotation der Restwasserstrecke ausmacht, ist auch die Lockströmung entsprechend hoch.



Abbildung 9: Wanderkorridore an der Wehranlage des Kraftwerks Kleinarl. Grün: Abstiegskorridor permanent verfügbar. Strichliert: Abstiegskorridor manchmal verfügbar. Rot: Abstiegskorridor permanent verfügbar, hohes Schädigungspotenzial. Gelb: Aufstiegskorridor.

Die FAH ist grundsätzlich auch für den Fischabstieg geeignet, dafür müssen aus dem Oberwasser kommende Fische allerdings die Öffnung finden, die in einer Betonwand 15 m oberhalb des Wehrs situiert ist. Die Anbindung in die FAH ist sohlgleich mit dem Oberwasser, die Öffnung hat eine Breite von 1,1 m und eine Höhe von 0,5 m. Aufgrund des hohen Geschiebeaufkommens (v.a. im Frühjahr bei erhöhten Wasserständen) stellt die Wartung der FAH einen erheblichen Aufwand dar, da enorme Mengen an feinem Kies und Schotter aus dem Oberwasser in die FAH eingeschwemmt werden und so, vor allem die oberen Becken, gänzlich mit Sediment aufgefüllt werden. Das überschüssige Sediment wird dann mittels der eigentlich für die Notdotations vorgesehenen Pumpe wieder ausgeschwemmt. Durch diese Vorgehensweise kann es allerdings phasenweise zu einer Absperrung des oberen FAH Einstieges kommen und somit ein Abstieg von Fischen verzögert oder verhindert werden. Durch eine Optimierung der Betriebsweise der FAH (Verschluss bei sehr hohen

Wasserführungen) und der Einrichtung zur Notdotation (Spülmöglichkeit der einzelnen Becken installiert) konnten diese Zeiten im Laufe des bereits mehrjährigen Betriebs reduziert werden.

Neben der FAH steht im Falle höherer Abflüsse ( $>1,9 \text{ m}^3/\text{s}$ ) die Abstiegsklappe als Korridor zur Verfügung. Im Jahr 2017 wurden an 338 Tagen mehr als 380 l/s in die Restwasserstrecke dotiert. An 186 Tagen wurden zumindest 500 l/s dotiert, d.h. es wurden zumindest 120 l/s über die Klappe abgegeben. Ein weiterer, wenn auch in weit geringerem zeitlichem Ausmaß zur Verfügung stehender Abwanderkorridor ist jener über die (geöffnete) Wehrklappe. Im Untersuchungszeitraum wurde die Wehrklappe im Schnitt alle zwei Wochen geöffnet, wobei im Jahresverlauf die Dauer des Wehrüberlaufes sowie die Häufigkeit der Öffnung sehr variabel ist. Ein verletzungsfreier Abstieg ist für Fische bei geöffneter Wehrklappe jedenfalls möglich.

Fische, die bei der Abwanderung der Hauptströmung folgen und den Grobrechen passieren, landen anschließend vor dem Feinrechen. Dieser ist potenziell für Fische mit  $<20 \text{ cm}$  Körperlänge passierbar. Bei einer Passage des Feinrechens ist die Überlebenswahrscheinlichkeit für Fische durch die anschließende Passage der Turbine als extrem gering einzustufen, wobei dieser Faktor in vorliegendem Projekt nicht untersucht wurde. Fische, die den Feinrechen nicht passieren, müssen wieder flussauf aus dem Zulaufkanal ausschwimmen. Eine Passage ins Unterwasser bietet auch die Rechenreinigungsanlage, wobei diese aufgrund von Fluchtreaktionen beim Anlaufen der Rechenreinigung wohl kaum aktiv von Fischen genutzt wird. Im Sandfang sind außerdem noch bodenseitige Sand- und Kiesspülschütze angebracht, die fallweise geöffnet werden.

# 3 Gewässerökologische Charakteristik

Die untersuchten Anlagen befinden sich im Einzugsgebiet der Salzach im Raum Sankt Johann-Bischofshofen. Die Wehranlage des Kraftwerks Fritzbach befindet sich in Hütttau, etwa 9 km oberhalb der Salzach-Mündung bei Bischofshofen auf einer Seehöhe von 690 m. Das Kraftwerk Kleinarl befindet sich im Gemeindegebiet von Kleinarl an der Kleinarl Ache. Die Wasserfassung liegt am unteren Ortsende von Kleinarl auf einer Höhe von 978 m.ü.A.. Die Kleinarl Ache mündet 15 km flussab bei Sankt Johann in die Salzach. Beide Gewässer sind Gewässer der 4. Ordnung (Wimmer & Moog, 1994).



Abbildung 10: Lage der Untersuchungsstandorte der Fallstudie Salzburg.

## 3.1 Hydrologie

Während die Kleinarler Ache am Untersuchungsstandort dem nivalen Abflussregime zugeordnet wird, ist der Fritzbach dem nivalen-Übergangsregime zuzuordnen (Mader et al., 1996). Dieser Unterschied ist vor allem auf die geringere Höhenlage der Anlage am Fritzbach zurückzuführen. Der jährliche Niederschlag beträgt an beiden Standorten etwas über 1.000 mm/Jahr. Die zu den untersuchten Anlagen nächsten Pegelmessstellen sind der Pegel Kreuzbergmauth für den Fritzbach (Lage vor der Mündung in die Salzach, 9 km unterhalb des Untersuchungsstandortes) bzw. der Pegel Wagrain für die Kleinarler Ache (Lage etwa 6 km unterhalb des Kraftwerks Kleinarl). Im Zuge der Kraftwerkserrichtungen wurden auch Abflussmessstellen direkt an den Wasserfassungen errichtet, die den Gesamtabfluss sowie den Abfluss in den Restwasserstrecken bzw. den Turbinenzufluss erfassen. Folgende Tabelle zeigt die Abflusskennwerte der beiden genannten Pegelmessstellen sowie die Abflusswerte an den beiden untersuchten Anlagen.

Tabelle 1: Hydrologische Kennzahlen der Pegelmessstellen Wagrain (Kleinarler Ache) und Kreuzbergmauth (Fritzbach) sowie Abflusswerte an den Untersuchungsstandorten (Zufluss zur Wasserfassung) im Jahr 2017 und im Untersuchungszeitraum.

Kennwerte	Pegel Wagrain	KW Kleinarl 2017 (Okt.17-Mai 18)	Pegel Kreuzbergmauth	KW Fritzbach 2017 (Okt.17-Mai 18)
Messstellenummer	203232	-	203257	-
Einzugsgebiet (km <sup>2</sup> )	91,4	-	154,8	129
Seehöhe (m.ü.A.)	-	978	-	690
Zeitreihe	1951-2013	2017	1951-2013	2017
MJNQ	0,99	-	1,31	-
NQT	-	0,8 (0,8)	-	1,0 (1,5)
MQ	3,67	2,6 (1,6)	4,21	3,4 (3,5)
HQT	-	9,4 (4,5)	-	14,9 (11,5)
MJHQ	21,2	-	29,2	-

### 3.1.1 Abfluss am Standort Fritzbach im Untersuchungszeitraum

Der Wasserabfluss an der Wasserfassung des Kraftwerks Fritzbach in Hütttau lag im Jahr 2017 zwischen 1 und 14,9 m<sup>3</sup>/s wobei im Jahresverlauf eine relativ hohe Schwankung feststellbar ist. Der Mittelwasserabfluss lag im Jahr 2017 bei 3,4 m<sup>3</sup>/s, im Untersuchungszeitraum (Okt.2017 bis Mai 2018) bei 3,5 m<sup>3</sup>/s. Im Zeitraum zwischen März und November gab es mehrere kleinere Hochwässer, ein großes Hochwasser blieb im Jahr 2017 jedenfalls aus. Im Untersuchungszeitraum traten Hochwasserspitzen von jeweils etwas über 10 m<sup>3</sup>/s Ende

Oktober sowie Anfang April auf. Anfang Jänner wurde ein kleineres Hochwasser (knapp unter  $8 \text{ m}^3/\text{s}$ ) verzeichnet, Mitte März stieg der Abfluss auf knapp  $6 \text{ m}^3/\text{s}$ .

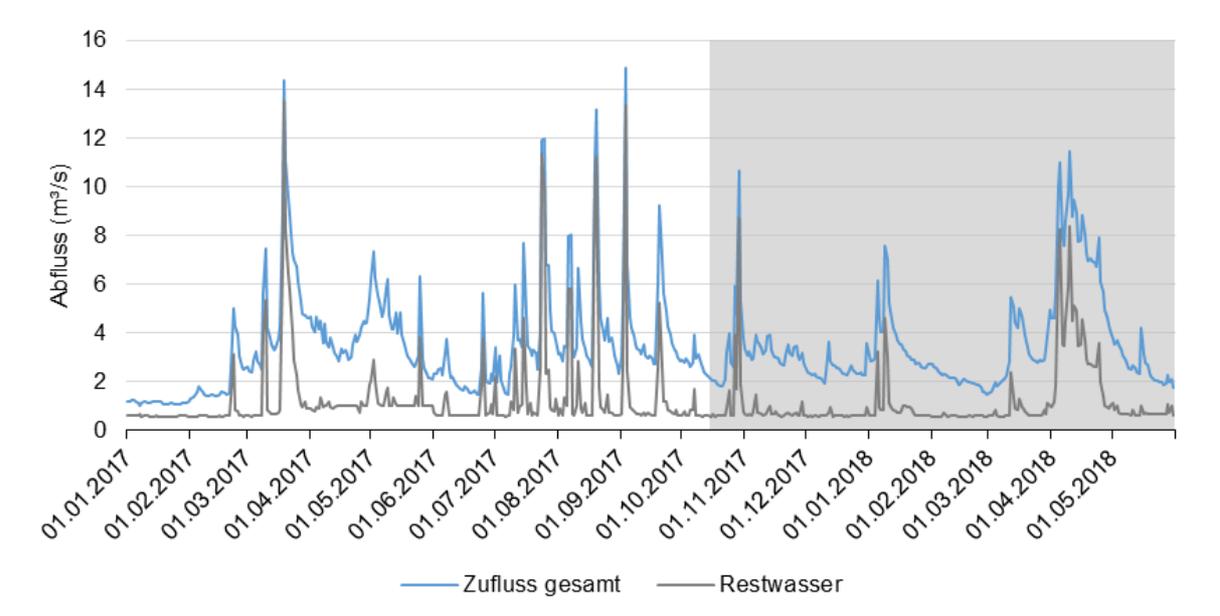


Abbildung 11: Abflusssituation an der Wasserfassung des KW Fritzbach (Gesamt-Zufluss und Abfluss in der Restwasserstrecke) zwischen Jänner 2017 und Mai 2018. Grau hinterlegt ist der Untersuchungszeitraum.

Der Basisabfluss in der Restwasserstrecke beträgt  $600 \text{ l/s}$  bzw.  $20\%$  des Zuflusses. Auf obiger Abbildung sind im Untersuchungszeitraum viele kleinere Spitzen im Restwasserabfluss erkennbar. Der mittlere Tagesabfluss lag im Untersuchungszeitraum bei  $1.170 \text{ l/s}$  bzw.  $29\%$  des Zuflusses. An 32 Tagen lag der mittlere Tagesabfluss in der Restwasserstrecke bei über  $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ . Dieser Wert ist der theoretische Grenzwert, ab dem das Wehr überströmt wird. Tatsächlich ist das Wehr oftmals aber schon bei geringeren Zuflüssen abgesenkt. Die häufig erhöhte Dotation der Restwasserstrecke liegt also einerseits an hohen Zuflüssen, andererseits aber auch an betriebsbedingten Öffnungen der Wehrklappe zur Spülung des Stauraumes.

### 3.1.2 Abfluss am Standort Kleinarl im Untersuchungszeitraum

An der Wasserfassung des Kraftwerks Kleinarl reichte der Abfluss im Jahr 2017 von  $0,76$  bis  $9,38 \text{ m}^3/\text{s}$ . Im Winter lag der Abfluss konstant bei etwa  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ , während im Frühjahr und Sommer kleinere Hochwasserspitzen erreicht wurden. Die Untersuchungen am Kraftwerk Kleinarl fanden zwischen Oktober 2017 und Mai 2018 statt. In diesem Zeitraum lag der mittlere Abfluss bei  $2,6 \text{ m}^3/\text{s}$ , zwischen Mitte Oktober und Ende März sogar nur bei  $1,6 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ende Oktober 2017 wurde eine kleine Hochwasserspitze von knapp  $5 \text{ m}^3/\text{s}$  erreicht, Mitte

Dezember und Anfang Jänner stieg der Zufluss kurzzeitig auf 2,5 m<sup>3</sup>/s an. Zwischen April und Ende Mai war durchgehend ein erhöhter Abfluss (bis max. 10 m<sup>3</sup>/s) aufgrund der Schneeschmelze vorhanden.

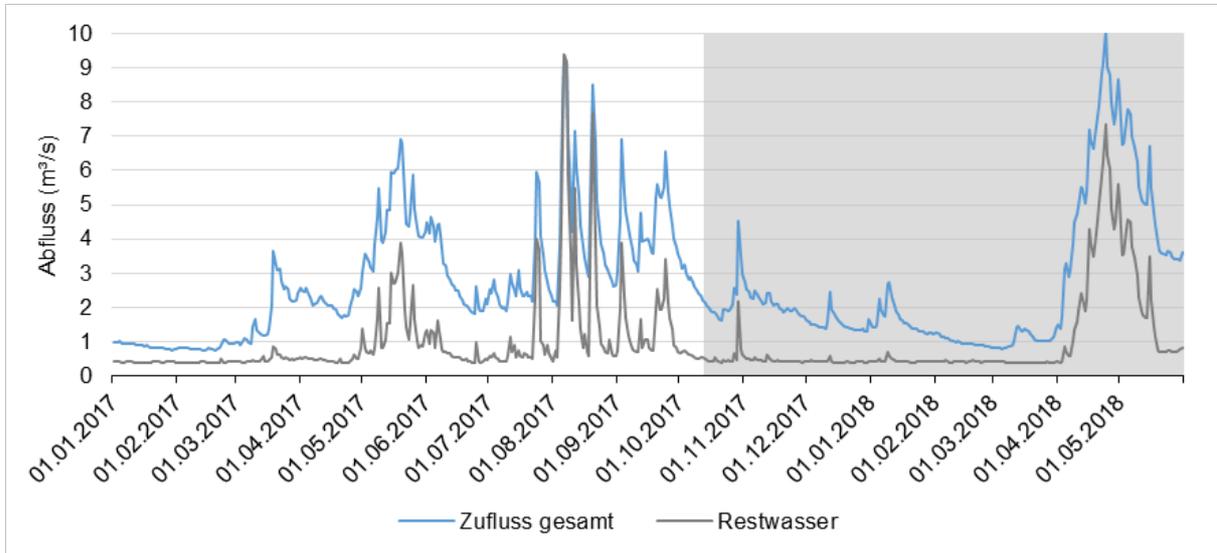


Abbildung 12: Abflusssituation an der Wasserfassung des KW Kleinarl (Gesamt-Zufluss und Abfluss in der Restwasserstrecke) zwischen Jänner 2017 und Mai 2018. Grau hinterlegt ist der Untersuchungszeitraum.

In Abbildung 12 ist ebenfalls zu sehen, dass durch den Kraftwerksbetrieb die Abflusssituation in der Restwasserstrecke geringere Dynamik aufweist, da bis zum Ausbaudurchfluss des Kraftwerks die Dotation der Restwasserstrecke nur zwischen 380 und 825 l/s variiert. Die Restwasserstrecke am Kraftwerk Kleinarl wird mit zumindest 380 l/s dotiert, wobei ein dynamischer Abfluss von 20% des Zulaufes vorgeschrieben ist. Der mittlere Tagesabfluss in der Restwasserstrecke betrug in der Untersuchungsperiode 1 m<sup>3</sup>/s, zwischen Oktober und März jedoch nur 0,44 m<sup>3</sup>/s.

## 3.2 Fischökologische Charakterisierung

Die beiden untersuchten Bäche liegen in der Bioregion der „unvergletscherten Zentralalpen“ (B), die biozönotische Region entspricht dem Epirhithral (Haunschmid et al., 2006). Der Fritzbach ist ab der Ortschaft Pöham bis zur Salzachmündung als Metarhithral charakterisiert und der Bioregion M – den nördlichen Kalkhochalpen – zugeschrieben. Wie erwähnt, prägen zahlreiche hohe Querelemente den Unterlauf des Fritzbaches, sodass die Konnektivität stark eingeschränkt ist.

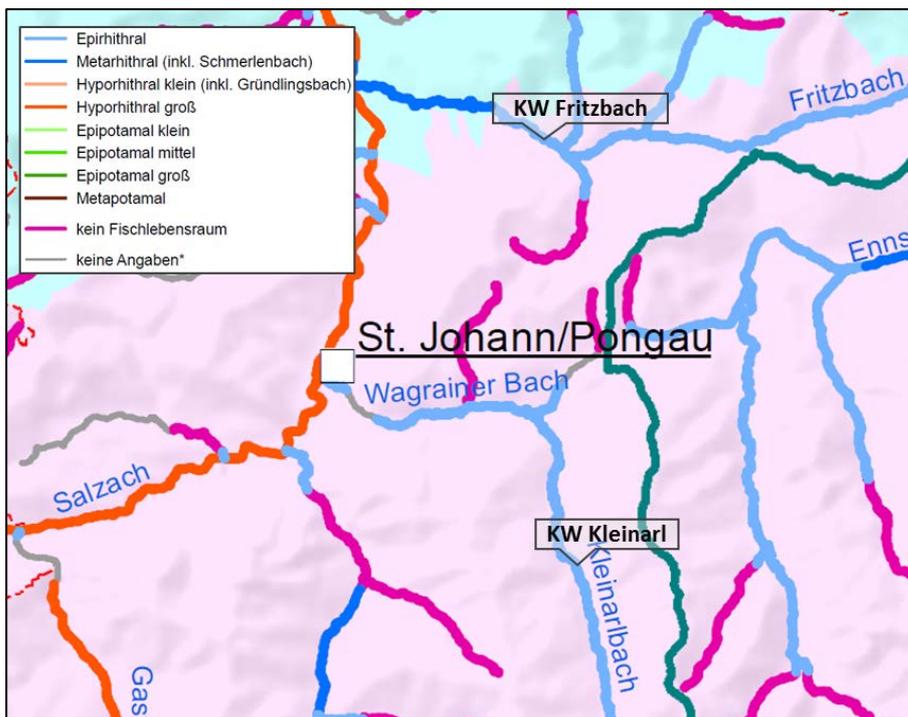


Abbildung 13: Biozönotische Region der untersuchten Gewässer und deren umliegenden Flüsse.

Im fischökologischen Leitbild sind für die beiden untersuchten Flüsse die Bachforelle als Leitart sowie die Koppe aufgelistet (Experteneinstufung). Gemäß Auswertungen des Bundesamts f. Wasserwirtschaft – Berechnung des Fisch Index Austria – wird die Koppe am Fritzbach als typische Begleitart, an der Kleinarler Ache als seltene Begleitart eingestuft. Für den Fritzbach gibt es jedenfalls historische Erwähnungen aus dem Jahr 1898 von Kollmann (Jäger & Schillinger, 1988) sowie Nachweise der Koppe bei Befischungen im Fritzbach. An der Kleinarler Ache gibt es rezente Nachweise der Koppe nur bis zum Wehr des KW Spannberg (Besatzversuche).

Tabelle 2: Fischökologisches Leitbild Fritzbach und Kleinarler Ache. Epirhithral / Bioregion „unvergletscherte Zentralalpen – B“. l: leitart; b: typische Begleitart; s: seltene Begleitart

Fischart	Wiss.Name	Einstufung Leitbild
Bachforelle	Salmo trutta fario	I
Koppe	Cottus gobio	l/b/s/-

Mit mehreren durchgeführten Befischungen in den untersuchten Flüssen wurde der Fischbestand in den letzten 10 Jahren relativ intensiv beprobt. Vorwiegend dienten die Untersuchungen der Erhebung des fischökologischen Zustandes bzw. wurden im Rahmen von Kollaudierungen behördlich vorgeschrieben. Im Folgenden wird kurz auf jene Untersuchungen eingegangen, die im mittelbaren Umfeld der aktuellen Untersuchung liegen.

### 3.2.1 Rezente Befischungsergebnisse - Fritzbach

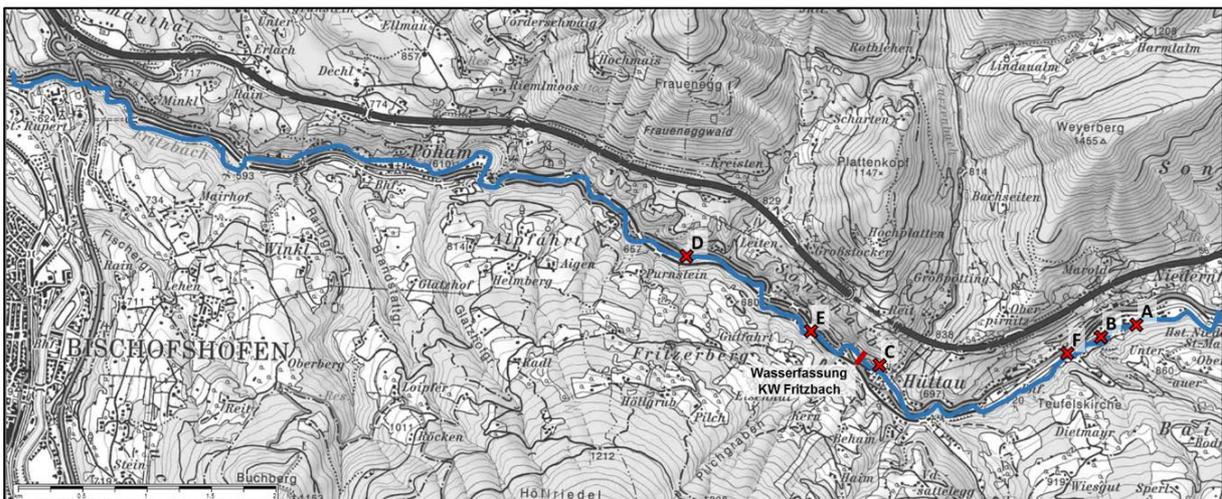


Abbildung 14: Befischungsstellen der zwischen 2008 und 2012 durchgeführten Elektrofischungen am Fritzbach im Nahbereich der Wasserfassung des KW Fritzbach.

Am Fritzbach wurden an mehreren Stellen ober- und unterhalb der aktuell untersuchten Wehranlage Befischungen durchgeführt (Abbildung 14 bzw. Tabelle 3). Neben der Bachforelle, die bei allen Befischungen die klar dominante Art war, wurden vereinzelt Regenbogenforellen, Bachsaiblinge und Koppen gefangen. Bei einigen der durchgeführten Befischungen wird darauf hingewiesen, dass der Fischbestand stark durch Besatzfische geprägt wird bzw. Besatzmaßnahmen regelmäßig durchgeführt werden. So wurde zum Beispiel angemerkt, dass im Sommer 2009 insgesamt 210 kg Fische (vorwiegend 1- und 2-sömmrige Bachforellen) besetzt wurden. Die in Tabelle 3 angeführten Bestandswerte sind also sicher zum Teil auch auf die durchgeführten Besatzmaßnahmen zurückzuführen.

Generell ist erkennbar, dass bei den Befischungen oberhalb von Hütttau die Forellenbiomasse ungleich höher war (um 100 kg/ha) als unterhalb der heutigen Wasserfassung des KW Fritzbach. Dort lag die Forellenbiomasse bei etwa 50 kg/ha.

Zusätzlich zu den in Tabelle 3 angegebenen Bestandserhebungen wurde der Fischbestand im Rahmen der Kollaudierung des KW Fritzbach im Jahr 2018 erneut untersucht. Gemäß Informationen der Betreiberfirma sowie des Amtes des Salzburger Landesregierung wurden dabei geringfügig höhere Biomassewerte der Bachforelle, vor allem in der Restwasserstrecke, festgestellt.

Tabelle 3: Erhebungsart, Bearbeiter und Ergebnisse der rezenten Fischbestandsaufnahmen am Fritzbach.

Stelle	Erhebung	Jahr	Bearbeiter	Biomasse Bachforelle	FIA
A	GZÜV	2008	Fischerei Bayrhammer	93,2	2,45
B	GZÜV	2008	Fischerei Bayrhammer	109,7	1,79
C	GZÜV	2009	Umweltgutachten PETZ OG	110,6	2,56
D	Beweissicherung	2011	TB Blattfisch	40,9	4 (2,11)
E	Beweissicherung	2012	TB Blattfisch	58,6	2,08
F	Beweissicherung	2011	TB Blattfisch	217,3	2,11

### 3.2.2 Rezente Befischungsergebnisse - Kleinarler Ache

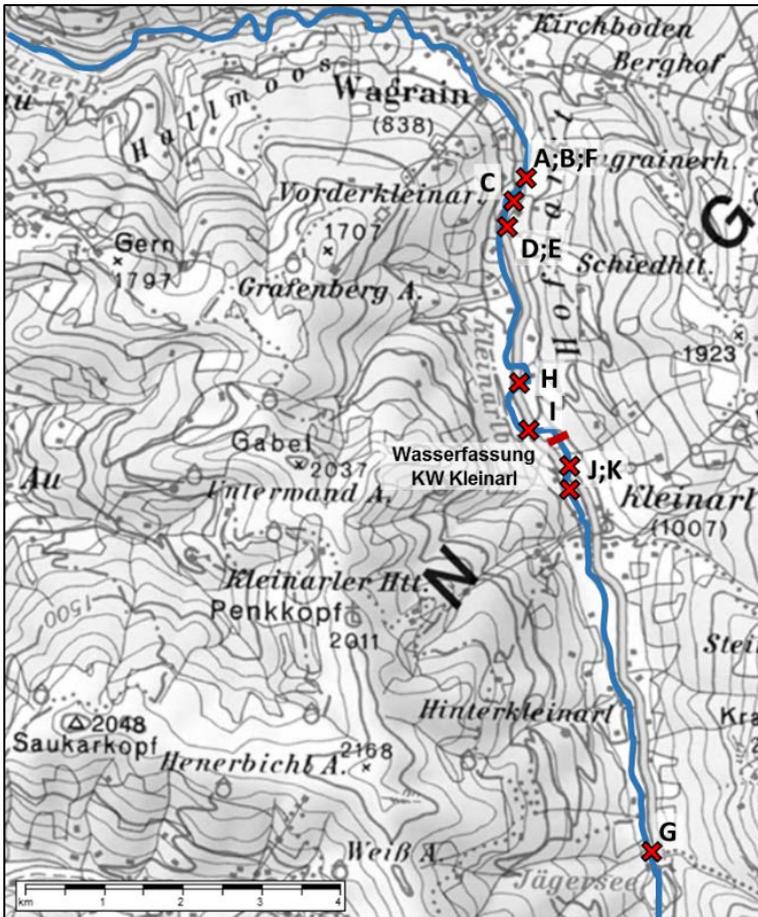


Abbildung 15: Rezente Bestandserhebungen im Umfeld des KW Kleinarl an der Kleinarler Ache.

An der Kleinarler Ache wurden zwischen 2007 und 2015 ebenfalls mehrere Fischbestandsaufnahmen durchgeführt. Einige davon lagen allerdings im Bereich des KW Spannberg (Unterlieger des KW Kleinarl) sowie im Unterlauf der Kleinarler Ache (nahe St. Johann). Im Jahr 2013 wurde eine Befischung unterhalb des Jägersees und somit oberhalb der heutigen Wasserfassung des KW Kleinarl durchgeführt. Bei den Befisungen wurden fast ausschließlich Bachforellen und vereinzelt Koppen gefangen. Ähnlich der Situation beim KW Fritzbach, wird der Fischbestand an der Kleinarler Ache ebenfalls durch Besatzmaßnahmen geprägt. Auffällig ist die sehr variable Forellenbiomasse, die von 34 bis 130 kg/ha reicht. Im Zuge der Kollaudierung des KW Kleinarl wurden im Jahr 2015 auch ökologische Untersuchungen an der Wasserfassung Kleinarl durchgeführt (KÖR, 2015). Neben einer Bestandserhebung im Ober- und Unterwasser der Wasserfassung wurde dabei auch der Fischeufstieg über die FAH untersucht. In der Restwasserstrecke wurde eine Biomasse von ca. 16 kg/ha nachgewiesen, oberhalb der Wasserfassung wurden Biomassewerte von 94 bzw.

39 kg/ha erzielt. Die damit errechneten FIA Werte ergeben, bis auf eine Teilstrecke, für alle Abschnitte den unbefriedigenden oder schlechten Zustand. Grund dafür ist das ko-Kriterium der Biomasse, das an diesen Stellen deutlich unterschritten wird.

Weitere Befischungen im Juni 2017 (Messstellen H, I, J) zeigen Biomassewerte zwischen 5 und 12,5 kg/ha sowohl in der Restwasser- als auch in der Vollwasserstrecke.

Tabelle 4: Erhebungsart, Bearbeiter und Ergebnisse der rezenten Fischbestandsaufnahmen an der Kleinarler Ache.

Stelle	Erhebung	Jahr	Bearbeiter	Biomasse Bachforelle (kg/ha)	FIA (ohne ko-Kriterium)
A	Bewertung KW Spannberg	2007 (winter)	Fischerei Bayrhammer	129,8	k.A.
B	Bewertung KW Spannberg	2008	Fischerei Bayrhammer	46,8	4 (1,79)
C	Bewertung KW Spannberg	2008	Fischerei Bayrhammer	88	1,79
D	Bewertung KW Spannberg	2007 (winter)	Fischerei Bayrhammer	34	k.A.
E	Bewertung KW Spannberg	2008	Fischerei Bayrhammer	80,6	1,79
F	Bewertung KW Spannberg	2009	TB Spindler	72,2	1,67
G	GZÜV	2013	Profisch OG	40,8	1,79
H	Kollaudierung KW Kleinarl	2015	Fischerei Bayrhammer	17	5 (1,79)
I	Kollaudierung KW Kleinarl	2015	Fischerei Bayrhammer	16	5 (1,79)
J	Kollaudierung KW Kleinarl	2015	Fischerei Bayrhammer	94	2,45
K	Kollaudierung KW Kleinarl	2015	Fischerei Bayrhammer	39	4 (1,79)

# 4 Methodik

Im Zuge der Untersuchungen an den beiden Flüssen wurden zu Beginn und am Ende der Freilandaufnahmen Fischbestandserhebungen und Fischmarkierungen durchgeführt. Außerdem wurden an den untersuchten Anlagen Monitoringeinrichtungen zur kontaktlosen Registrierung von wandernden Fischen installiert (PIT-Monitoring), die über den gesamten Untersuchungszeitraum betrieben wurden.

## 4.1 Elektrofischungen

Um den Fischbestand zu charakterisieren sowie eine spätere Aussage zur Wander- bzw. Abstiegsintensität der Population treffen zu können, wurden zu Beginn der Untersuchungen am Fritzbach und der Kleinarler Ache Elektrofischungen mittels Rückenaggregate durchgeführt. Ziel war dabei, neben einer Quantifizierung der Bestandsgröße in den Bereichen ober- und unterhalb der Wasserfassungen, markierfähige Fische für die Applikation der PIT-Tags zu fangen. Weiters wurden zum Ende der Untersuchungen Bereiche ober- und unterhalb der Wasserfassungen befischt, um den Verbleib von markierten Fischindividuen zu bewerten.

### 4.1.1 Theorie der Elektrofischung

Die Befischungen wurden mit Rückenaggregaten wattend durchgeführt. Am vorderen Ende des Arbeitsgerätes ist eine Anode (positiver Pol) angebracht, am hinteren Ende hängt die Kathode (negativer Pol) ins Wasser, wodurch bei Aktivierung des Stromschalters am Aggregat ein geschlossenes elektrisches Feld entsteht. Bei Rückenaggregaten besteht die Anode aus einem metallischen Ring, die Kathode aus einem ins Wasser hängendem Kupferkabel.

Fische bewegen sich im elektrischen Feld gezwungenermaßen in Richtung der Anode, was im Falle eines Gleichstromfeldes in der Wissenschaft als Galvanotaxis bezeichnet wird. Der Fisch wird durch die einsetzende Galvanonarkose (Muskellähmung) bewegungsunfähig und kann so im Bereich der Anode relativ einfach mittels Kescher aus dem Gewässer entnommen werden (vgl. Cowx & Lamarque, 1990).

#### **4.1.2 Methodisches Vorgehen während der Befischung**

Grundsätzlich wird bei der praktischen Anwendung der Elektrobefischung zwischen quantitativen, semi-quantitativen und qualitativen Befischungen unterschieden. Während quantitative Befischungen standardisierte Aussagen zur Fischbestandsgröße sowie anderen Populationsparametern ermöglichen, ist dies bei semi-quantitativen bedingt und bei qualitativen Befischungen nicht möglich. An den beiden untersuchten Gewässern wurde je eine Strecke ober- und unterhalb der Wasserfassungen quantitativ befischt, weitere qualitative Befischungen (zur Erhöhung der Stichprobengröße markierter Fische) ergänzten die Aufnahmen. Die methodische Vorgehensweise für quantitative Bestandserhebungen im Rahmen der EU Wasserrahmenrichtlinie ist im Leitfaden des BMNT (BMLFUW, 2017) festgelegt.

Für die quantitativ beprobten Fließstrecken wurde die Berechnungsmethode nach Seber & LeCren (1967) bzw. Moran-Zippin (Zippin, 1956) gewählt, bei der aufgrund abnehmender Fangzahlen in zwei aufeinanderfolgenden Befischungsdurchgängen (jew. in Richtung flussauf) der Gesamtbestand berechnet werden kann. Für die quantitativen Befischungen, die über die gesamte Gewässerbreite erfolgten, wurden zwei Rückenaggregate mit einer Leistung von 1,3 kW verwendet. Für die qualitativen wurde meist ein Aggregat verwendet.

Während der Befischung war darauf zu achten, die Fische möglichst rasch mittels Handnetzte zu fangen und in ein Zwischenbehältnis zu überführen. Die Befischungsteams bestanden, je nach Vorgehensweise, aus 3 bis 8 Personen. Nach Beendigung eines Durchganges wurden die Fische auf Artniveau bestimmt und deren Länge vermessen. Geeignete Individuen wurden anschließend für die Applikation mit PIT-Tags vorbereitet. Nach der Markierung wurden sämtliche Fische wieder schonend in das Gewässer zurückgesetzt.

Hinsichtlich der Auswertung wurden für die befischten Strecken Bestandsmerkmale wie Biomasse, Fischdichte und Populationsaufbau errechnet und eine fischökologische Bewertung (Fish Index Austria - FIA) durch das Bundesamt für Wasserwirtschaft (BAW Scharfling) gemäß der Methodik nach Haunschmid et al. (2006) durchgeführt.

## 4.2 Fischmarkierung mittels PIT-Tags

Um die Fische und ihre Wanderungen bzw. die Passage an verschiedenen Anlagenteilen der Wasserfassungen an den Kraftwerken Kleinarl und Fritzbach zu untersuchen, wurden ausgewählte Fische mit einem Passive-Integrated-Transponder Tag, kurz PIT-Tag ausgestattet, die auf der RFID (Radio Frequency Identification) Technologie basieren. Für die Applikation der Transponder im Fischkörper wurde eine Genehmigung zur Durchführung eines Tierversuchs eingeholt (Bescheid Nr. 20403-25/2/549-2017).

### 4.2.1 Funktionsweise der Tags

Die Chips senden im Gegensatz zu z. B. Radiotelemetriesendern kein aktives Signal aus, sondern können mittels Handauslesegerät erfasst bzw. bei der Passage eines Fisches an einer entsprechenden Antenne ausgelesen und so registriert werden. Die einzelnen Tags besitzen einen individuellen Code, wodurch jedes einzelne Individuum erkannt werden kann. Die Methode ist grundsätzlich durch das inzwischen weit verbreitete chippen von Haus- oder Nutztieren bekannt. Die verwendeten Tags werden speziell für die Applikation an Fischen und Wildtieren angeboten. Sie sind in ein Bioglas-Gehäuse gehüllt und gemäß den ISO Normen 11784 und 11785 sowie ICAR zertifiziert. Je nach Fischgröße wurden Transponder mit 12 mm Länge (Durchmesser 2,12 mm, Gewicht: 0,1 g) bzw. 23 mm Länge (Durchmesser 3,6 mm, Gewicht: 0,5 g) verwendet. Die Tags wurden von der amerikanischen Firma Oregon RFID bezogen.



Abbildung 16: links: Passive-Integrated-Transponder (PIT) Tag mit 12 mm Länge. Die Kupferspule dient der Ladung des Chips und Übertragung des individuellen Codes. Rechts: handelsüblicher Injektor für PIT-Tags mit wechselbarer Kanüle.

Die Registrierung der Fische erfolgt mittels speziell konstruierter Antennen, die, richtig platziert, an den verschiedenen Anlagenteilen vorbeischwimmende Fische automatisiert und kontaktlos registrieren. Der Tag im Fischkörper wird dabei von der Antenne

elektromagnetisch aufgeladen und sendet anschließend den individuellen Code an die Antenne bzw. die Registrierstation. Die Abtastraten betragen dabei rund 30 Millisekunden. Das bedeutet, dass auch schnell vorbeischwimmende Fische registriert werden. Nähere Informationen zur Funktionsweise von PIT Tags und deren Einsatz in der Fischökologie sind bei Pröll (2016) zu entnehmen.

#### 4.2.2 Methodisches Vorgehen bei der Fischmarkierung

Die Applikation der Tags erfolgt subkutan unterhalb der Rückenflosse. Fische ab einer Körperlänge von ca. 90 mm erhielten Tags mit 12 mm Länge. Ab einer Fischlänge von etwa 230 mm wurden Tags mit 23 mm Länge eingesetzt. Die Applikation erfolgte über speziell dafür entwickelte Applikatoren mit austauschbarer Kanüle. Die Kanüle wird dabei etwa 3 mm tief in spitzem Winkel in den Fischkörper eingeführt und der Transponder platziert (siehe Abbildung 17). Der Eingriff dauert je Fisch nur wenige Sekunden. Die gechippten Fische wurden nach der Applikation in einen Hälterungsbottich versetzt und nach einer entsprechenden Erholungsphase wieder in das Gewässer rückversetzt.



Abbildung 17: Markierung einer Bachforelle mittels PIT-Tag am Fritzbach.

### 4.2.3 Aufbau der Registrierstationen

Um die kontaktlose Registrierung der markierten Fische zu ermöglichen, wurden Registrierstationen errichtet, die im Wesentlichen aus einer Antenne, einem Signalverstärker und einem Datenlogger bestehen. Die Anlagenherstellung erfolgte durch das Projektteam selbst, einige elektronische Komponenten wurden von der Firma Oregon RFID bezogen. Das System basiert auf der HDX (Half-Duplex) Methode, wodurch einerseits zwar die Abstraten geringer sind, jedoch die Antennenkonstruktion flexibler gestaltet werden kann. Im Folgenden soll die Funktionsweise einer Registrierstation kurz beschrieben werden. Details dazu sind auch bei Pröll (2016) nachzulesen.

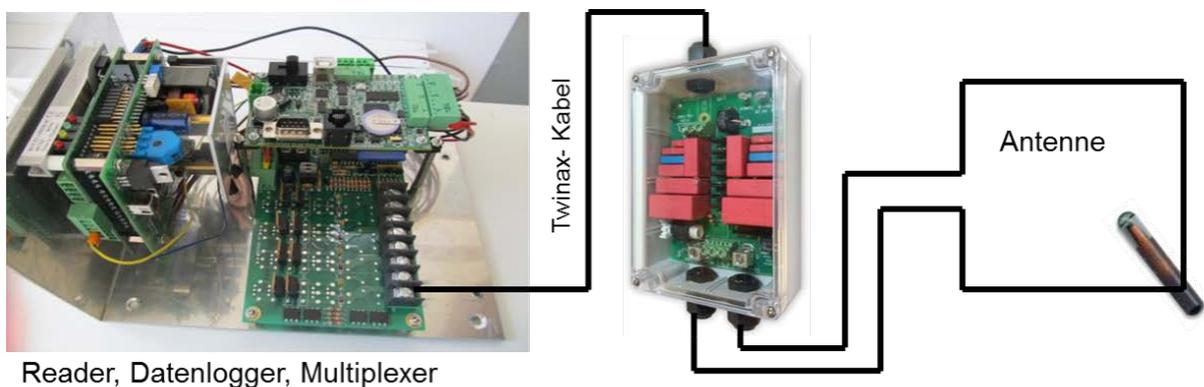


Abbildung 18: schematischer Aufbau einer PIT Tag Registrierstation mit Leseinheit (links), Tuner (mitte) und Antenne (rechts).

Um einen markierten Fisch zu registrieren, muss dieser an einer im/am Gewässer montierten Antenne vorbeischwimmen. Die Antenne kann dabei je nach Bedarf unterschiedlich ausgeformt sein (z.B. als Bodenantenne am Gewässergrund oder als Loop-Antenne, die den gesamten Gewässerquerschnitt umfasst). Wichtig ist dabei, dass der mögliche Abstand eines Fisches zur Antenne entsprechend abgestimmt wird und eine gewisse Distanz (ca. 30 cm) nicht überschreitet. Der Maximalabstand ist dabei von Faktoren wie Tag-Größe, Antennenform, Antennenmaterial, elektromagnetischer Störungen („noise“), etc. abhängig und muss je Standort gesondert ermittelt werden. Die Antenne selbst besteht aus mehreren Windungen einer 6 mm<sup>2</sup> Litze und führt über ein Kabel zum Tuner, welcher die Ladungskapazität der Antenne bestimmt. Je Antenne muss ein eigener Tuner eingerichtet werden. Vom Tuner führt ein Kabel zur eigentlichen Aufzeichnungsstation, wobei je nach Bedarf ein Multiplexer eingesetzt werden kann, um bis zu 4 Antennen in einer Station zu bündeln. Der Reader wandelt das von der Antenne kommende Signal um, das vom Datenlogger gespeichert wird. Die Aufzeichnungen werden dabei lokal auf einer SD-Karte gespeichert. Um eine Fernauslesung zu ermöglichen, wurde zusätzlich ein Minicomputer (Raspberry Pi) mit Internetanbindung (WLAN Modem/SSH-Terminal) installiert. Die von der

Station gespeicherten Daten beinhalten Datum- und Uhrzeitstempel sowie den Code des Tags und allenfalls die Antennennummer. Die Verarbeitung der Daten erfolgte durch Export in Tabellenkalkulationssoftware.

#### 4.2.4 Antennenanordnung an Fritzbach und Kleinarler Ache

An der Wasserfassung des KW Fritzbach wurden Rahmenantennen sowohl an der Fischabstiegsklappe als auch in der FAH (im oberen und im unteren Bereich) installiert.



Abbildung 19: Schematische Lage der Antennen an der Wasserfassung des KW Fritzbach.

An der Abstiegsklappe wurden Antennen mit einer Dimension von 60x140 cm verwendet. Die dazugehörige Registrierstation wurde direkt oberhalb auf der Wartungsplattform in einem Schaltschrank verbaut. In der FAH an der rechten Seite des Wehrs wurden im dritten und im neunten (von 11) Schlitz der Vertical-Slot Becken eine rechteckige Rahmenantenne eingebaut (Abbildung 20). Die Registrierstation dieser beiden Antennen wurde oberhalb der FAH fixiert. Beide Registrierstationen wurden mit einem WLAN Modem ausgestattet, um eine Fernauslesung zu ermöglichen. Die Antenne wurde mit 17.10.2017 in Betrieb genommen und blieb bis zum 30.05.2018 installiert.

Nach Einbau der Antenne wurde die Detektionsrate von kleinen und großen PIT Tags erhoben. Sie lag in der FAH bei etwa 90%. An der FAbH, also der Abstiegsklappe, lag die Detektionsrate bedingt durch die höhere Fließgeschwindigkeit bei etwa 80%.

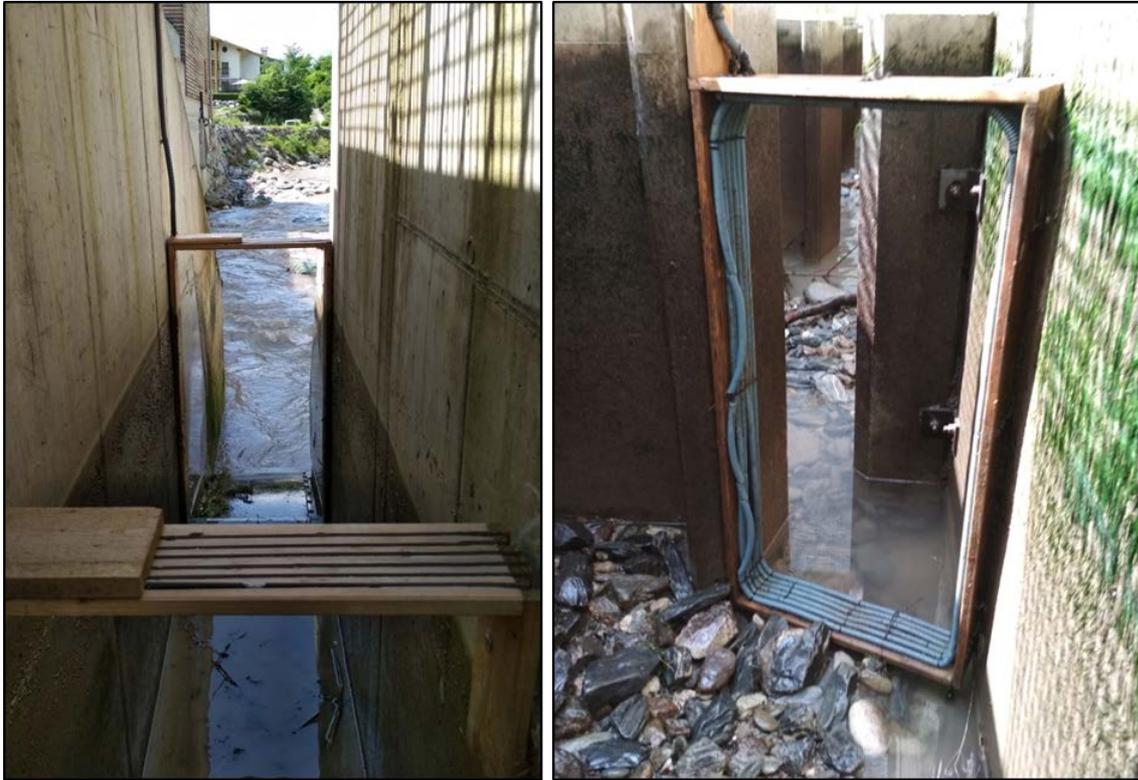


Abbildung 20: Eingebaute PIT-Antennen an der Abstiegsklappe der Wasserfassung Hütttau (links) und der FAH (rechts).

An der Wasserfassung des Kraftwerks Kleinarl wurden analog zum KW Fritzbach eine Antenne an der FAbH bzw. der Restwasserklappe sowie zwei Antennen in der FAH eingebaut (Abbildung 21).



Abbildung 21: Schematische Lage der Antennen an der Wasserfassung des KW Kleinarl.

Die Antenne an der Klappe wurde in diesem Fall direkt an die Oberkante der Klappe fixiert (Abbildung 22) und als sog. swim-over Antenne ausgeführt. Der Wasserpolster über der Antenne betrug im Mittel etwa 10-15 cm. Die Abtastrate wurde entsprechend der hohen Fließgeschwindigkeit erhöht. In der FAH wurden im zweiten und im zehnten Slot der insgesamt 11 Becken eine rechteckige Rahmenantenne eingebaut. Die Registrierstation wurde am Gelände der Wasserfassung neben der Abstiegsklappe montiert und mittels WLAN Modem zur Fernauslesung ausgestattet. Die PIT Anlage wurde am 18.10.2017 in Betrieb genommen und am 30.05.2018 wieder abgebaut.



Abbildung 22: An der Abstiegsklappe der Wasserfassung Hüttau angebrachte PIT Antenne.

#### 4.2.5 Datenverarbeitung und Aufbereitung

Im Zuge eines PIT-Monitorings werden an den Registrierstationen die vorbeischwimmenden Fische detektiert. Die Detektionsrate hängt dabei von unterschiedlichen Faktoren wie Antennenbauweise (Wicklung des Kabels, Größe der Antenne), Ausrichtung der Antenne, Geschwindigkeit des Fisches oder Anzahl der Tags im Umfeld der Antenne ab. Zwar werden die Detektionsraten beim Aufbau einer Antenne erhoben und optimiert, jedoch kann eine Detektion eines vorbeischwimmenden Fisches nie zu 100% garantiert werden. Im Rahmen der Datenauswertung werden die von den Registrierstationen gespeicherten Rohdaten mittels Tabellenkalkulation aufbereitet, zusammengefügt und auf Plausibilität überprüft. Fehlerhaft Daten werden berichtigt oder eliminiert. Jedes im Laufe des Monitoringzeitraumes detektierte Individuum erhält somit ein nachvollziehbares Bewegungsprofil, das entsprechend ausgewertet werden kann. Als Aufstieg eines Individuums wurde dabei eine Detektion an der unteren Antenne der FAH, gefolgt von einer Detektion an der oberen Antenne gewertet. Als Abstieg über die FAH eine Detektion an der oberen, gefolgt von einer Detektion an der unteren Antenne. Ein Abstieg über die Abstiegsklappe wurde durch Detektion an der Antenne der Abstiegsklappe nachgewiesen.

# 5 Ergebnisse

Um die Wanderbewegungen, insbesondere eine etwaige Abwanderung an den Wasserfassungen der KW-Anlagen Kleinarl und Fritzbach zu dokumentieren und zu bewerten, wurden Fischbestandsaufnahmen an 6 Tagen (4 Tage im Herbst, 2 Tage im Frühjahr) durchgeführt. Als zentraler Punkt der Untersuchungen wurde ein PIT-Monitoring von markierten Fischen zwischen Herbst 2017 und Frühjahr 2018 durchgeführt.

## 5.1 Elektrobefischungen Herbst 2017

Am Fritzbach und der Kleinarler Ache wurden je eine Strecke ober- und unterhalb der Wasserfassung quantitativ beprobt (Strecken FB01, FB02; KA01, KA02). Dabei wurden am Fritzbach 119 Bachforellen und an der Kleinarler Ache 103 Bachforellen sowie ein Bachsaibling gefangen. Durch zusätzliche qualitative Befischungen konnte die Stichprobengröße auf 178 Individuen in der Kleinarler Ache und 235 im Fritzbach erhöht werden. Sämtliche Befischungsstellen waren im Nahbereich der jeweiligen Wasserfassungen gelegen (maximal 1,5 km flussauf und flussab). Neben den quantitativ beprobten Stellen wurden am Fritzbach eine weitere Stelle in der Vollwasserstrecke und zwei weitere Stellen in der Restwasserstrecke, wovon eine unterhalb der Sohlschwelle am Ortsende von Hütttau lag, befischt. An der Kleinarler Ache wurden neben den quantitativen Strecken zwei weitere Abschnitte in der Restwasserstrecke beprobt.

Tabelle 5: Beschreibung der befischten Abschnitte an Fritzbach und Kleinarler Ache im Oktober 2017.

ID	Datum	Lagebeschreibung	Methodik	Anoden	Befischte Länge (m)	Koordinaten (Dezimalgrad – Streckenmitte)
<b>FB01</b>	16.10.2017	Restwasserstrecke uh Wasserfassung	quantitativ	2	280	N 47.4187472 E 13.30385
<b>FB02</b>	17.10.2017	Vollwasserstrecke oh Wasserfassung	quantitativ	2	155	N 47.4159 E 13.3083916
<b>FB03</b>	17.10.2017	Oh Strecke FB02 bis KW Mann	qualitativ	2	90	N 47.4148639 E 13.3093861
<b>FB04</b>	17.10.2017	Selbe Strecke wie FB01	qualitativ	1	280	N 47.4187472 E 13.30385
<b>FB05</b>	19.10.2017	Restwasserstrecke uh Sohlschwelle	qualitativ	1	350	N 47.4196528 E 13.3010333

ID	Datum	Lagebeschreibung	Methodik	Anoden	Befischte Länge (m)	Koordinaten (Dezimalgrad – Streckenmitte)
KA01	17.10.2017	Restwasserstrecke uh Wasserfassung	quantitativ	2	225	N 47.2880389 E 13.3118222
KA02	18.10.2017	Vollwasserstrecke oh Wasserfassung	quantitativ	2	215	N 47.2862944 E 13.3141361
KA03	18.10.2017	Restwasserstrecke 550m uh Strecke KA01	qualitativ	1	200	N 47.2920028 E 13.305725
KA04	18.10.2017	Restwasserstrecke zw. KA03 und KA01	qualitativ	1	350	N 47.2887417 E 13.3082888

Im Längenfrequenzdiagramm (Abbildung 23) ist der Populationsaufbau der Bachforelle von beiden Gewässern abgebildet. Berücksichtigt wurden hierbei die Gesamtfänge aus allen Teilstrecken. An beiden Gewässern sind die ersten beiden Jahrgangsklassen erkennbar, wobei in der Kleinarler Ache der Anteil der 1+ Fische größer war als jener der 0+ Fische. Am Fritzbach wurden überproportional viele Fische in der Größenklasse zwischen 200 und 250 mm gefangen.

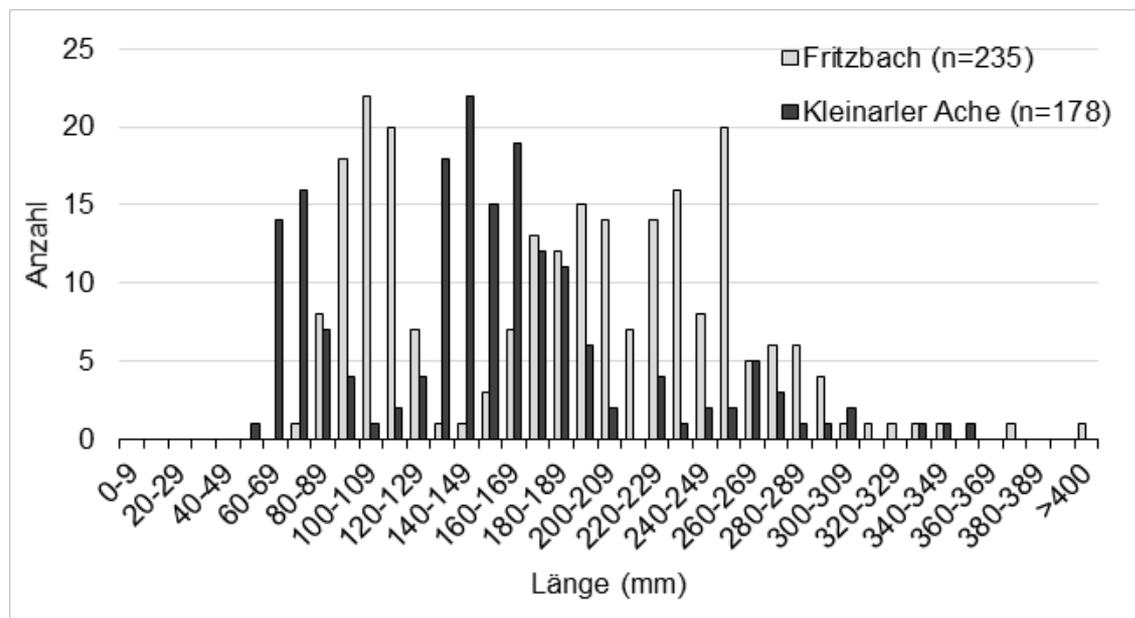


Abbildung 23: Längenfrequenzdiagramm der im Herbst 2017 an Fritzbach und Kleinarler Ache gefangenen Bachforellen.

In Tabelle 6 sind die Realfangzahlen sowie die Längen und das Gewicht der gefangenen Bachforellen in den beiden Gewässern angegeben. Die Fische aus dem Fritzbach waren im Mittel 186 mm lang, wobei das kleinste dokumentierte Individuum 80, und das größte 500 mm lang war. Das Durchschnittsgewicht lag bei knapp 90 g. Die Fische, die in der Restwasserstrecke direkt unterhalb der Wasserfassung gefangen wurden, waren mit einer

Länge von im Mittel 142 mm kleiner als jene aus der Vollwasserstrecke bzw. auch der Restwasserstrecke unterhalb der Sohlschwelle. Am Fritzbach wurden neben den genannten Bachforellen auch eine Regenbogenforelle in der Strecke FB05 gefangen (Länge: 346 mm).

An der Kleinarler Ache war die durchschnittliche Fischlänge mit 171 mm etwas geringer. Auch die Minimal- und Maximallängen waren mit 52 bzw. 352 mm geringer als am Fritzbach. Das mittlere Gewicht der Fische betrug 75 g. In der Strecke KA01 wurde als einzige weitere Fischart ein Bachsaibling mit einer Länge von 350 mm gefangen.

Tabelle 6: Realfangzahlen sowie durchschnittliche Länge und Gewicht der im Oktober 2017 gefangenen Bachforellen.

Stelle	Anzahl Bachforellen	Ø Länge (Min.-Max.)	Ø Gewicht
FB01	74	142 (80-260)	42
FB02	45	199 (92-335)	102
FB03	28	233 (115-345)	141
FB04	1	120	18
FB05	87	203 (77-500)	113
<b>Gesamt Fritzbach</b>	<b>235</b>	<b>186 (80-500)</b>	<b>91</b>
KA01	43	131 (63-196)	27
KA02	60	117 (52-95)	28
KA03	33	189 (95-352)	87
KA04	42	193 (126-349)	91
<b>Gesamt Kleinarler Ache</b>	<b>178</b>	<b>171 (52-352)</b>	<b>75</b>

### 5.1.1 Bewertung des Fischbestandes am Standort Fritzbach

Im Oktober 2017 wurden je eine Strecke ober- und unterhalb der Wasserfassung quantitativ befischt und ausgewertet. Die beiden am Fritzbach untersuchten Strecken unterscheiden sich primär aufgrund der unterschiedlichen Wasserführung. In der Restwasserstrecke herrscht ein Basisabfluss von 650 l/s und einem allfälligen dynamischen Anteil auf insgesamt 20% des Zuflusses zur Wasserfassung. Zum Zeitpunkt der Befischungen betrug der Zufluss etwa 1,8 m<sup>3</sup>/s in der Strecke oberhalb der Wasserfassung und 0,65 m<sup>3</sup>/s in der Restwasserstrecke. Beide Strecken wurden watend mit zwei Anoden in je zwei Durchgängen befischt.

Der befischte Abschnitt der Restwasserstrecke erstreckt sich von der etwa 250 m flussab gelegenen Sohlschwelle bis zum Wehr. Die Habitatvariabilität ist im Verhältnis zur Wassermenge relativ hoch, es gibt eine Abfolge von tieferen Bereichen und seichten Rinnern sowie unterschiedliche Substratgrößen. Die Ufer sind beidseitig gesichert (am rechten

Uferrand teilweise durch anstehenden Fels), wobei das Gewässerbett selbst naturnahe gestaltet ist. Die mittlere Wassertiefe beträgt 15 cm.

Die befischte Strecke oberhalb des Wehrs reicht von der Larzenbachmündung (ca. 240 m oberhalb des Wehrs) 155 m flussauf. In diesem Abschnitt fließt der Fritzbach durch das Ortsgebiet von Hütttau und ist beidseitig durch hohe Betonwände verbaut. Flache Uferzonen sind somit in diesem Abschnitt nicht vorhanden. Die Substratverteilung reicht von grobem Kies bis zu größeren Blöcken. Die mittlere Wassertiefe beträgt etwa 45 cm, unterhalb mehrerer in der Strecke befindlicher Sohlschwelen sind auch deutlich tiefere Bereiche vorhanden.

### 5.1.1.1 Abundanz und Biomasse

Die Fangzahlen sowie die standardisierte Abundanz und Biomasse der quantitativen Befischung am Fritzbach sind in Tabelle 7 angegeben. In der Restwasserstrecke unterhalb der Wasserfassung Hütttau wurden 74 Bachforellen gefangen. Das ergibt unter Berücksichtigung der befischten Fläche eine Abundanz von 256 Individuen pro Hektar Wasserfläche und eine Biomasse von 10,3 kg Fisch pro Hektar.

In der Vollwasserstrecke wurden nur 45 Bachforellen gefangen, allerdings waren diese im Schnitt um 50 mm größer als in der Restwasserstrecke. Die Abundanz der Bachforelle beträgt in der Strecke oberhalb der Wasserfassung 316 Ind./ha, die Biomasse 31 kg/ha.

Tabelle 7: Fangzahlen, Abundanz und Biomasse der quantitativ befischten Strecken im Fritzbach.

Stelle	Fischart	Fangzahl	Länge MW (mm)	Gewicht MW (g)	Abundanz (Ind./ha)	Biomasse (kg/ha)
FB01	Bachforelle	74	142	40	256	10,3
FB02	Bachforelle	45	199	98	316	31

Das Längenfrequenzdiagramm der Bachforelle zeigt für die Restwasserstrecke deutlich den Jahrgang der 0+ Fische (80-130 mm). Auch in der Vollwasserstrecke sind 0+ Fische gefangen worden, allerdings in geringerer Zahl (Abbildung 24). Größere Fische sind in beiden Bereichen, vor allem aber in der Restwasserstrecke, nur in geringer Zahl vorhanden. Die Maximallänge eines in der Restwasserstrecke gefangenen Individuums beträgt 260 mm, in der Vollwasserstrecke sind 6 Individuen größer – bei einer Maximallänge von 335 mm. Insgesamt zeigen die Längenfrequenzdiagramme vor allem Defizite in der Anzahl der gefangenen Fische. Hinsichtlich Populationsstruktur sind für die Restwasserstrecke durchaus

Habitats für Jungfische vorhanden. Diese fehlen jedoch in der Vollwasserstrecke. Umgekehrt sind Habitats für größere Fische oberhalb des Wehrs vorhanden, die unterhalb davon fehlen.

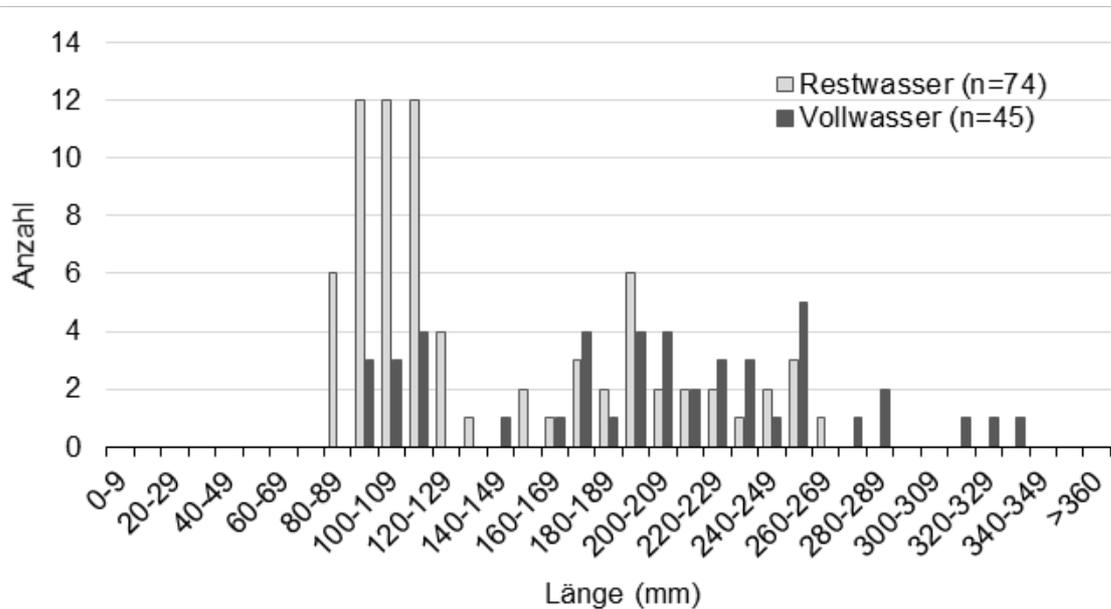


Abbildung 24: Längenfrequenzdiagramm der Bachforelle am Fritzbach (Okt. 2017) für die beiden quantitativ beprobten Strecken ober- und unterhalb der Wasserfassung Hütttau.

### 5.1.1.2 Zustandsbewertung nach Fisch Index Austria

In der Restwasserstrecke wird der Fischbestand aufgrund des ko-Kriteriums Biomasse (<25 kg/ha) mit 5, also dem schlechten fischökologischen Zustand, bewertet. Die in der Befischungsstrecke erhobene Biomasse liegt mit 10 kg/ha doch deutlich unter dem ko-Kriterium. Ohne aktives ko-Kriterium würde die Bewertung mit 2,97 immer noch im mäßigen Zustand liegen, wobei dieser auch durch eine bessere Bewertung der Altersstruktur hier keine wesentliche Änderung zur Folge hätte.

Zustandsbewertung (Detailebene metrics)					
Bestandsdaten	Abundanz Ind/ha	Biomasse kg/ha			ko-Kriterium Biomasse
	256,3	10,3		ko-Krit	5

1. Artenzusammensetzung & Gilden	Leitbild	Aktuell	Anteil/Differenz	Teilbewertung	
Arten					
Leitarten	1	1	100%	1,0	
Typische Begleitarten	1	0	0%	5,0	
Seltene Begleitarten					
				3,0	
Ökologische Gilden					
Strömung	1	1	0	1,0	
Reproduktion	2	1	1	2,0	
				1,5	
<b>Artenzusammensetzung &amp; Gilden gesamt</b>					<b>2,1</b>

2. Dominanz	Leitbild	Aktuell	Differenz		
Fischregionsindex	3,9	3,8	0,1		1,0

3. Altersaufbau	Leitbild	Aktuell		Teilbew.(1-5)	
Leitarten	1	1		3,0	
Typische Begleitarten	1	0		5,0	
					3,7

Fischindex Austria ohne aktive ko-Kriterien				2,97
---	--	--	--	------

Qualitätselement Fische	FIA 5,00	Klasse 5	Schlecht
-------------------------	----------	----------	----------

Abbildung 25: FIA-Auswertung der Befischungstrecke Fritzbach-Restwasser (FB01 – 16.10.2017).

Die Strecke oberhalb der Wasserfassung ist anhand der Befischung im Herbst 2017 dem unbefriedigenden fischökologischen Zustand zuzuordnen. Grund hierfür ist die geringe Biomasse von 31 kg/ha, die unter dem ko-Kriterium für den unbefriedigenden Zustand (<50 kg/ha) liegt. Ohne aktives ko-Kriterium wäre der Wert mit 2,97 jenem der Restwasserstrecke ident.

Zustandsbewertung (Detailebene metrics)					
Bestandsdaten	Abundanz Ind/ha	Biomasse kg/ha			ko-Kriterium Biomasse
	316,3	31,0		ko-Krit	4

1. Artenzusammensetzung & Gilden	Leitbild	Aktuell	Anteil/Differenz	Teilbewertung	
Arten					
Leitarten	1	1	100%	1,0	
Typische Begleitarten	1	0	0%	5,0	
Seltene Begleitarten					
				3,0	
Ökologische Gilden					
Strömung	1	1	0	1,0	
Reproduktion	2	1	1	2,0	
				1,5	
<b>Artenzusammensetzung &amp; Gilden gesamt</b>					<b>2,1</b>

2. Dominanz	Leitbild	Aktuell	Differenz		
Fischregionsindex	3,9	3,8	0,1		1,0

3. Altersaufbau	Leitbild	Aktuell		Teilbew.(1-5)	
Leitarten	1	1		3,0	
Typische Begleitarten	1	0		5,0	
					3,7

Fischindex Austria ohne aktive ko-Kriterien				2,97
---	--	--	--	------

Qualitätselement Fische	FIA 4,00	Klasse 4	Unbefriedigend
-------------------------	----------	----------	----------------

Abbildung 26: FIA-Auswertung der Befischungstrecke Fritzbach-Vollwasser (FB02 – 17.10.2017).

An beiden Strecken zeigen sich primär also Defizite aufgrund der geringen Fischbiomasse. Auch ohne die aktiven ko-Kriterien wäre der fischökologische Zustand nur „mäßig (Klasse 3)“. Ein Grund hierfür ist der fehlende Nachweis der Koppe. Diese konnte bei der Erhebung im Oktober 2017 nicht nachgewiesen werden, jedoch wurde bei der Befischung im März 2017 (siehe Kapitel 5.4.1) eine Koppe im Fritzbach nachgewiesen.

### 5.1.2 Bewertung des Fischbestandes am Standort Kleinarl

An der Kleinarler Ache wurde ebenfalls eine quantitative Befischungsstelle in der Restwasserstrecke und eine in der Vollwasserstrecke oberhalb des Wehrs beprobt. Beide Strecken wurden watend mittels Rückenaggregate und zwei Handanoden befischt. Der Gesamtzufluss betrug zum Zeitpunkt der Befischungen 1,9 m³/s, in der Restwasserstrecke lag der Abfluss bei 0,45 m³/s.

Die befischte Strecke der Restwasserstrecke reicht von gut 200 m unterhalb des Wehrs bis zur Wehrkante. Durch die Restwasserführung variieren die Breiten- und Tiefenverhältnisse des Gewässerbettes entsprechend gering. Die Substratverteilung ist naturnahe. In der Vollwasserstrecke oberhalb des Wehrs sind die Ufer stärker gesichert als in der Restwasserstrecke. Das Gewässerbett folgt einem pendelnden Verlauf mit schwach ausgeprägten Rinner- und Furt- Abfolgen. Die befischte Strecke reicht von kurz oberhalb der Stauwurzel bis zur flussauf liegenden Brücke und ist 215 m lang.

### 5.1.2.1 Abundanz und Biomasse

In der Restwasserstrecke der Kleinarler Ache wurden 44 Fische gefangen (43 Bachforellen, 1 Bachsaibling). Die errechnete Abundanz lag bei knapp 190 Ind./ha, die Biomasse der Bachforelle bei knapp 5 kg/ha, jene des gefangenen Bachsaiblings bei knapp 2 kg/ha. In der Vollwasserstrecke zeigt sich ein sehr ähnliches Bild, wobei die Biomasse der Bachforelle mit 7,9 kg/ha etwas höher lag. Grund hierfür ist die höhere Fangzahl an Bachforellen (60 Ind. bzw. 300 Ind./ha).

Tabelle 8: Fangzahlen, Abundanz und Biomasse der quantitativ befischten Strecken der Kleinarler Ache.

Stelle	Fischart	Fangzahl	Länge Mw (mm)	Gewicht Mw (g)	Abundanz (Ind./ha)	Biomasse (kg/ha)
KA01	Bachforelle	43	131	26	189	4,9
	Bachsaibling	1	350	439	4,2	1,9
KA02	Bachforelle	60	117	26	300	7,9
	Bachsaibling	1	168	46	4,2	0,2

Das Längenfrequenzdiagramm der Bachforelle (Abbildung 27) zeigt deutlich die Jahrgangsklasse der 0+ Fische in der Größenklasse zwischen 50 und 110 mm. Der Anteil der 0+ Fische ist in der Restwasserstrecke deutlich geringer (11 Ind.) als in der Vollwasserstrecke (30 Ind.). Die Klasse der 1+ Fische ist ebenfalls deutlich erkennbar und erreicht in der Kleinarler Ache Längen zwischen 120 und 190 mm. Adulte Fische sind in der Restwasserstrecke kaum vorhanden, die Maximallänge der Bachforelle beträgt 196 mm. In der Vollwasserstrecke sind vereinzelt auch größere Individuen bis zu einer Maximallänge von 273 mm vorhanden. Definitiv ist aber ein Mangel an adulten Individuen feststellbar. Der Populationsaufbau zeigt durchaus Potenzial für natürliche Reproduktion, wobei in der Vollwasserstrecke offensichtlich bessere Habitate für 0+ Fische sowie adulte Individuen vorhanden sind, in der Restwasserstrecke jedoch die 1+ Fische bessere Bedingungen vorfinden. Insgesamt ist die Anzahl der gefangenen Fische aber jedenfalls sehr gering.

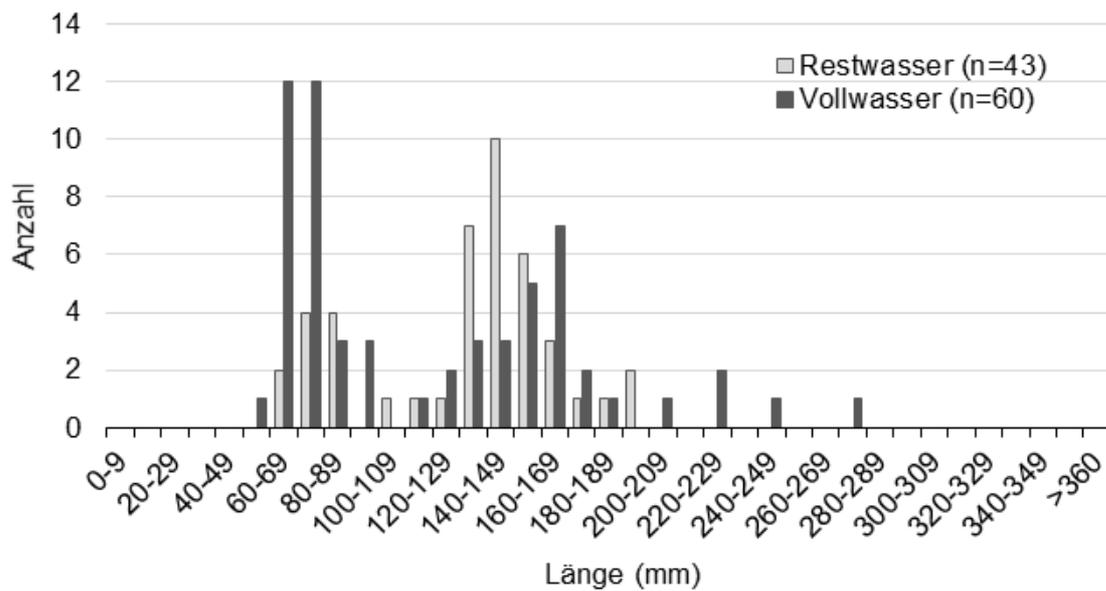


Abbildung 27: Längenfrequenzdiagramm der Bachforelle an der Kleinarler Ache (Okt. 2017) für die beiden quantitativ beprobten Strecken ober- und unterhalb der Wasserfassung Kleinarl.

### 5.1.2.2 Zustandsbewertung nach Fisch Index Austria

Die fischökologische Bewertung der beiden befischten Strecken ergibt durch die Anwendung des ko-Kriteriums der Biomasse einen schlechten fischökologischen Zustand (Klasse 5). Die beiden erhobenen Biomassewerte liegen mit jeweils unter 10 kg/ha deutlich unter dem ko-Kriterium.

In der Restwasserstrecke liegt die errechnete Fischbiomasse bei 6,8 kg/ha, wobei hier auch der nicht-heimische Bachsaibling inkludiert ist, von dem allerdings nur ein Individuum gefangen wurde. Ohne diesen Fisch würde der Biomassewert 4,9 kg/ha betragen.

Zustandsbewertung (Detailebene metrics)					
Bestandsdaten	Abundanz Ind/ha	Biomasse kg/ha			ko-Kriterium Biomasse
	189,2	6,8		ko-Krit	5

1. Artenzusammensetzung & Gilden	Leitbild	Aktuell	Anteil/Differenz	Teilbewertung	
<b>Arten</b>					
Leitarten	1	1	100%	1,0	
Typische Begleitarten					
Seltene Begleitarten	1	0	0%	5,0	
				3,0	
<b>Ökologische Gilden</b>					
Strömung	1	1	0	1,0	
Reproduktion	2	1	1	2,0	
				1,5	
<b>Artenzusammensetzung &amp; Gilden gesamt</b>					<b>1,7</b>

2. Dominanz	Leitbild	Aktuell	Differenz		
<b>Fischregionsindex</b>	3,8	3,8	0,0		<b>1,0</b>

3. Altersaufbau	Leitbild	Aktuell		Teilbew.(1-5)	
Leitarten	1	1		3,0	
Typische Begleitarten					
					<b>3,0</b>

Fischindex Austria ohne aktive ko-Kriterien					<b>2,45</b>
---	--	--	--	--	-------------

<b>Qualitätselement Fische</b>	<b>FIA 5,00</b>	<b>Klasse 5</b>	<b>Schlecht</b>
--------------------------------	-----------------	-----------------	-----------------

Abbildung 28: FIA-Auswertung der Befischungstrecke Kleinarler Ache-Restwasser (KA01 – 17.10.2017).

Für die Vollwasserstrecke beträgt der Biomassewert 8,1 kg/ha. Auch hier wurde ein Individuum des Bachsaiblings gefangen, das sich jedoch nur mit 0,2 kg/ha in der Berechnung abbildet. Die Biomasse der Bachforelle ist somit in der Vollwasserstrecke um 60% höher als in der Restwasserstrecke.

Zustandsbewertung (Detailebene metrics)					
Bestandsdaten	Abundanz Ind/ha	Biomasse kg/ha			ko-Kriterium Biomasse
	300,7	8,1		ko-Krit	5

1. Artenzusammensetzung & Gilden	Leitbild	Aktuell	Anteil/Differenz	Teilbewertung	
<b>Arten</b>					
Leitarten	1	1	100%	1,0	
Typische Begleitarten					
Seltene Begleitarten	1	0	0%	5,0	
				3,0	
<b>Ökologische Gilden</b>					
Strömung	1	1	0	1,0	
Reproduktion	2	1	1	2,0	
				1,5	
<b>Artenzusammensetzung &amp; Gilden gesamt</b>					<b>1,7</b>

2. Dominanz	Leitbild	Aktuell	Differenz		
<b>Fischregionsindex</b>	3,8	3,8	0,0		<b>1,0</b>

3. Altersaufbau	Leitbild	Aktuell		Teilbew.(1-5)	
Leitarten	1	1		3,0	
Typische Begleitarten					
					<b>3,0</b>

Fischindex Austria ohne aktive ko-Kriterien					<b>2,45</b>
---	--	--	--	--	-------------

<b>Qualitätselement Fische</b>	<b>FIA 5,00</b>	<b>Klasse 5</b>	<b>Schlecht</b>
--------------------------------	-----------------	-----------------	-----------------

Abbildung 29: FIA-Auswertung der Befischungsstrecke Kleinarler Ache-Vollwasser (KA02 – 18.10.2017).

Der schlechte fischökologische Zustand der untersuchten Abschnitte ist auf die geringe Fangzahl der Bachforelle zurückzuführen. Ohne Anwendung des ko-Kriteriums würde die Bewertung für beide Abschnitte knapp im guten fischökologischen Zustand (FIA Wert 2,45) liegen. Anders als am Fritzbach ist für die Kleinarler Ache die Koppe nur als seltene Begleitart genannt und wird deshalb auch nicht in der Bewertung der Altersstruktur berücksichtigt. Deshalb ergäbe sich an der Kleinarler Ache, abgesehen von der Biomasse, eine bessere Teilbewertung des fischökologischen Zustandes (wiederum bei Nichtberücksichtigung des ko-Kriteriums).

## 5.2 Fischmarkierung mittels PIT-Tags

Im Zuge der Befischungen im Herbst 2017 wurden Fische ab einer geeigneten Größe mittels PIT-Tags markiert. Weiters wurde ein Teil der elektrisch gefangenen Fische von der Restwasserstrecke in die Vollwasserstrecke versetzt, um einen Abstieg über die Wehranlage zu begünstigen.

Wie bereits erwähnt, finden an beiden Gewässern regelmäßige (meist jährliche) Besatzmaßnahmen statt. Um die Stichprobengröße zu erhöhen, wurde der Fischbesatz 2017 sowohl an Fritzbach und Kleinarler Ache mit den jeweils zuständigen Fischereirechtsinhabern bzw. Pächtern abgestimmt, um die Besatzfische ebenfalls mittels PIT-Tag markieren zu können. Die für beide Gewässer bestimmten Fische stammen aus derselben Zucht (Fischerei Bayrhammer in Oberalm/Salzburg), wurden direkt in der Zuchtanlage markiert und anschließend an die Gewässer gebracht. Markiert wurden dabei ausschließlich Bachforellen in Größen zwischen 180 und 480 mm (Median 290 mm). Die besetzten Fische sind somit deutlich größer als jene, die bei der Elektrobefischung gefangen wurden. Am Fritzbach wurden 107 und an der Kleinarler Ache 129 Bachforellen besetzt. In den folgenden Auswertungen werden die bei den Elektrobefischungen gefangenen Fische als **Wildfische** angesprochen, jene die dem Fischbesatz entstammen, als **Besatzfische**. An dieser Stelle soll erwähnt werden, dass auch die bei der E-Befischung markierten Individuen wohl teilweise ebenfalls aus früheren Besatzmaßnahmen stammen. Ein Indiz dafür sind die teilweise an Fischen bemerkten morphologischen Auffälligkeiten wie verkümmerte Brust- oder Rückenflossen oder verkürzte Kiemendeckel. Da aber die Kriterien nicht deutlich abgrenzbar sind, kann nicht zwischen adaptierten Besatzfischen und tatsächlich im Gewässer geborenen und aufgewachsenen Fischen unterschieden werden. Auf folgenden Abbildungen ist die Längenverteilung sämtlicher markierter Fische in beiden Gewässern ersichtlich.

Am Fritzbach wurden 223 von 236 gefangenen Wildfischen mittels PIT-Tag markiert. Das entspricht einer Markierungsrate von 95%. An der Kleinarler Ache wurden 119 von 160 gefangenen Wildfischen markiert (74%). An der Kleinarler Ache war der Anteil sehr kleiner Individuen (<85 mm) größer, dementsprechend konnten weniger Fische markiert werden. Insgesamt wurden in beiden Gewässern 342 Fische individuell markiert. Die Größenverteilung der markierten Fische entspricht im Wesentlichen der Längenverteilung aller gefangenen Fische, wobei sehr kleine Individuen fehlen.

Auf Abbildung 30 und Abbildung 31 sind die Längenfrequenzdiagramme der markierten Individuen für Fritzbach und Kleinarler Ache angegeben.

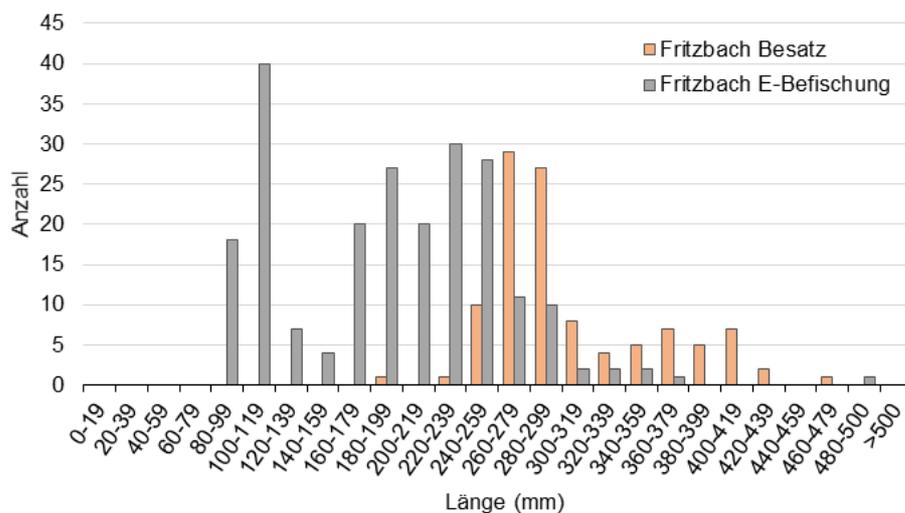


Abbildung 30: Längenfrequenzdiagramm markierter Fische im Fritzbach – getrennt nach Besatzfischen und Wildfischen.

Die besetzten Bachforellen waren an beiden Gewässern deutlich größer als die Wildfische. Der Unterschied ist aber an der Kleinarler Ache noch deutlicher als am Fritzbach.

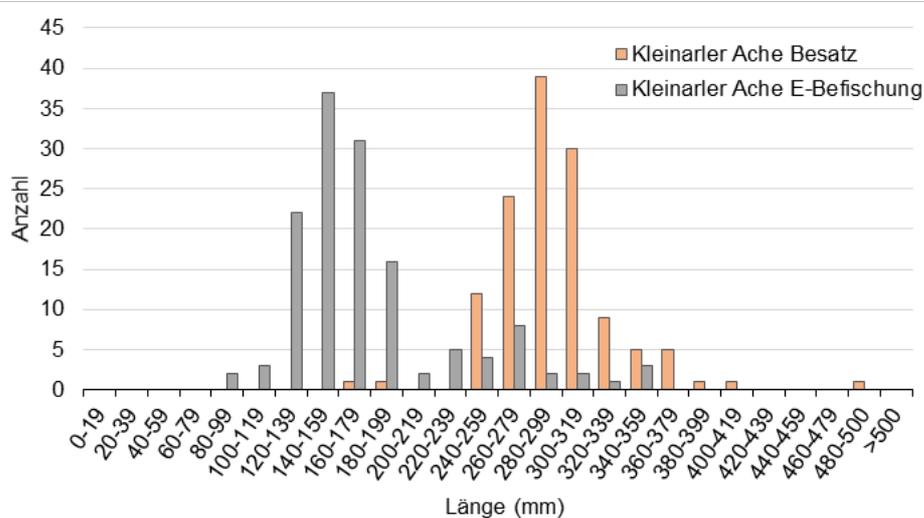


Abbildung 31: Längenfrequenzdiagramm markierter Fische im Fritzbach – getrennt nach Besatzfischen und Wildfischen.

Um einen Abstieg von Fischen beobachten zu können bzw. möglichst zu begünstigen, wurde ein Teil der markierten Fische vom Unterwasser der Wehranlagen ins Oberwasser verbracht. Außerdem wurden die Besatzfische im Oberwasser der jeweiligen Anlagen am Fritzbach (bei der Larzenbachmündung) und der Kleinarler Ache (bei der Brücke oberhalb des Wehrs) ausgelassen. Am Fritzbach wurden so 55 Fische ins Oberwasser gebracht, an der Kleinarler Ache 74. Die Ausgangssituation für die nach der Befischung startende Überwachung mittels

PIT-Monitoring ist Tabelle 9 zu entnehmen. Am Fritzbach waren zu Beginn des Monitorings 330 markierte Fische, davon 96 in der Restwasserstrecke und 107 Besatzfische. In der Kleinarler Ache waren 267 Fische markiert, davon 34 in der Restwasserstrecke und 129 Besatzfische. Von den insgesamt 330 markierten Fischen am Fritzbach waren 329 Bachforellen sowie eine Regenbogenforelle. An der Kleinarler Ache wurden 266 Bachforellen und ein Bachsaibling markiert. Die in den Restwasserstrecken markierten Fische wurden jeweils etwa 50 m unterhalb des Wehrs ins Gewässer rückgesetzt. Jene Fische, die in den Vollwasserstrecken oberhalb der Wehranlagen markiert bzw. besetzt wurden, wurden jeweils rund 150 m oberhalb der Wehrachse zurückgesetzt.

Tabelle 9: Markierte Individuen zu Beginn des PIT-Monitorings je Abschnitt und Gewässer.

Stelle	Fritzbach	Kleinarler Ache
Unterhalb Wehr	96	34
Oberhalb Wehr	234	233
davon Besatzfische	107	129
<b>Gesamt</b>	<b>330</b>	<b>267</b>

## 5.3 PIT-Monitoring

Im Rahmen der Untersuchungen zum Fischabstieg an den Wasserfassungen der Kraftwerke Fritzbach und Kleinarl wurden an den jeweiligen Vertical-Slot Fischaufstiegshilfen sowie an den Fischabstiegs- bzw. Restwasserklappen Antennen und Registrierstationen angebracht, die vorbeischwimmende (bereits markierte) Fische kontaktlos registrieren können. Die Installation der Antennen erfolgte am 17. und 18. Oktober 2017.

### 5.3.1 Monitoring Fritzbach

Im Zuge des PIT-Monitorings konnten am Fritzbach 98 der markierten Individuen detektiert werden, das entspricht einem Anteil von 30%. Davon stammten 28 Fische aus dem Herbstbesatz, 71 wurden im Zuge der Elektrobefischungen markiert. 13 Individuen wurden an der Abstiegsantenne registriert, 95 Individuen wurden in der FAH registriert. 10 Fische wurden sowohl in der FAH als auch an der Abstiegsklappe registriert. Alle an den PIT-Antennen registrierten Fische waren Bachforellen. In Abbildung 32 ist die Anzahl der Fischdetektionen (Individuen je Tag) im Untersuchungszeitraum angegeben. Die Daten stellen dabei lediglich einen Überblick über die Aktivität der markierten Fische dar und geben keine Aufschlüsse über Auf- oder Abwanderungen.

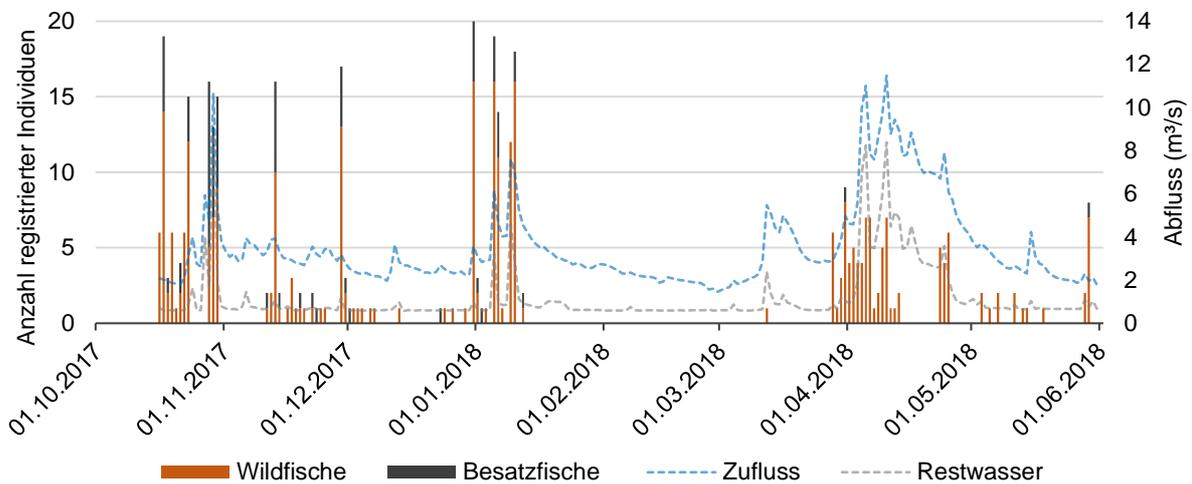


Abbildung 32: Anzahl detektierter Individuen am Fritzbach je Tag im Untersuchungszeitraum.

Die ersten Fische wurden bereits direkt nach der Markierung bzw. Inbetriebnahme der Antennen registriert. Bis Ende Oktober wurden regelmäßig zwischen 5 und 15 Individuen registriert, weitere kleine Spitzen folgten am 13. und am 29. November mit 16 bzw. 17 Individuen. Eine weitere intensive Phase der Wanderung konnte in der ersten Jännerwoche

2018 verzeichnet werden. Danach folgten acht Wochen, in denen nur eine Registrierung stattfand. Ab Ende März wurden bis zur Beendigung des Monitorings Ende Mai wieder vermehrt Fische registriert, wobei Spitzen wie im Herbst des Vorjahres ausblieben. Klar erkennbar ist auch die große Übereinstimmung der Wanderaktivität mit dem Abfluss der Kleinarler Ache. Vor allem zu den Abflussspitzen Ende Oktober, Anfang Jänner und Anfang April ist auch eine verstärkte Wanderaktivität bemerkbar.

Wie erwähnt wurden etwa 30% der markierten Fische an den Antennen registriert. Viele dieser Fische wurden mehrfach und über längere Zeiträume an den Antennen aufgezeichnet. 58 der 98 Bachforellen wurden an zumindest 2 verschiedenen Tagen registriert. Immerhin wurden 9 Fische an 10 oder mehr Tagen detektiert.

### **5.3.1.1 Aufwärtswanderung an der Wasserfassung Hütttau**

Von den in der Restwasserstrecke markierten Individuen (96 Bachforellen) wanderten 29 über die FAH ins Oberwasser des Wehrs – das entspricht einem Anteil von 30%. Weitere 10 Individuen wurden innerhalb der ersten drei Tage des Monitorings an der unteren Antenne der FAH detektiert, nicht jedoch an der oberen. Der unterwasserseitige Einstieg in die FAH wurde also von diesen Fischen gefunden und auch die unteren beiden Becken der FAH durchschwommen. Eine Durchwanderung der FAH ist für diese Fische aber nicht belegbar. Die Zahl der Fische, die den unteren Einstieg in die FAH finden konnten, liegt damit aber bei 39 Ind. bzw. 40% der in der Restwasserstrecke Markierten. Die überwiegende Mehrheit wanderte bereits kurz nach der Installation der Antenne bzw. der Elektrofischung und Markierung über die FAH auf. 23 der 28 Aufsteiger waren bis zum 23. Oktober zumindest einmal über die FAH aufgestiegen. Eine Bachforelle folgte Mitte November, vier weitere Anfang Dezember. Weitere 35 Fische, die zu Beginn des Monitorings im Oberwasser waren, nutzten die FAH ebenfalls zum Fischaufstieg (nach vorhergehendem Abstieg). Das entspricht einem Anteil von 15%. 15 dieser Fische stammten aus dem Fischbesatz (14% aller Besatzfische), 20 Ind. waren Wildfische.

Ein Aufstieg über die FAH bzw. eine Durchwanderung ist also für insgesamt 64 Fische dokumentiert, wovon 49 Fische der Elektrofischung entstammen (22% der Markierten) und 15 dem Fischbesatz (14% d. Markierten). Von diesen 64 Fischen sind 145 Aufstiege über den gesamten Untersuchungszeitraum dokumentiert. Im Schnitt wanderte jeder der 64 detektierten Fische also mehr als zweimal über die FAH ins Oberwasser des Wehrs. Grundsätzlich sind die Besatzfische weniger wanderfreudig als die markierten Wildfische. Von den 15 Besatzfischen ist für zwei Individuen ein dreifacher Aufstieg über die Anlage belegt, für drei weitere ein doppelter Aufstieg. Von den Wildfischen stiegen zwei Individuen sieben Mal über die FAH auf. Sechs Individuen wanderten 5-mal über die FAH auf, weitere 7

stiegen 4-mal auf. Für 23 Wildfische und 10 Besatzfische ist ein einmaliger Aufstieg dokumentiert.

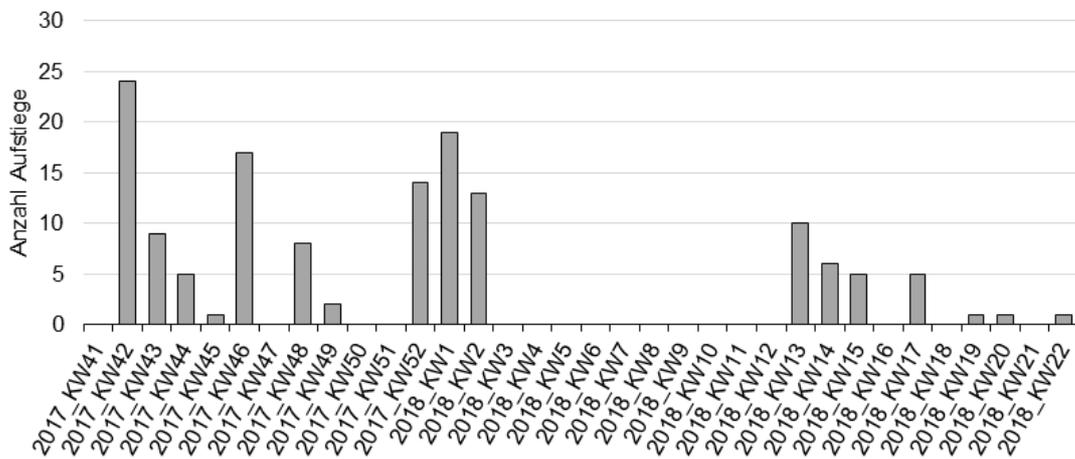


Abbildung 33: Anzahl der detektierten Aufstiege an der FAH Hütttau nach Kalenderwoche (16.10.2017 bis 31.05.2018).

Von den 145 beobachteten Aufstiegen fanden 40% im ersten Monat des Monitorings statt (bis 19.11.2017). Ende November und Anfang Dezember konnten zehn weitere Aufstiege verzeichnet werden. Eine intensive Aufstiegsphase folgte zwischen 31.12.2017 und 10.01.2018. In diesem Zeitraum wurden 45 Aufstiege beobachtet. Danach folgte eine Phase von 10 Wochen, in denen keine Aufstiege verzeichnet wurden. Ab Ende März wurden wieder regelmäßig Aufstiege beobachtet, jedoch in weit geringerem Ausmaß als im Herbst bzw. Winter (insgesamt 29 Aufstiege zwischen 28.03.2018 und 28.05.2018).

Im Wesentlichen findet ein Aufstieg von Fischen über die FAH bei erhöhten Abflusssituationen statt. In Abbildung 34 sind die Aufstiegszahlen im Zusammenhang mit dem Abfluss in der Restwasserstrecke dargestellt. Zu Beginn der Untersuchungen finden Aufstiege statt, obwohl der Abfluss in Restwasserstrecke nicht nennenswert erhöht ist. Ende Oktober, Mitte und Ende November sowie Ende Dezember und Anfang Jänner gehen die Aufstiegsspitzen auch mit erhöhten Wasserständen in der Restwasserstrecke einher. Die Abflussdaten sind in Abbildung 34 als Tagesmittelwerte angegeben. Kleine Abflusserhöhungen sind dabei auf kurzzeitige Wehröffnungen zurückzuführen. So wurde etwa am 13. November die Wehrklappe am Vormittag für zwei Stunden abgesenkt (wohl zur Spülung des Stauroumes) und der Restwasserabfluss von 0,84 auf 5,12 m<sup>3</sup>/s erhöht. Im Tagesmittel wirkt sich diese kurzzeitige Absenkung der Wehrklappe aber natürlich geringer aus (1,04 m<sup>3</sup>/s im Tagesmittel). Weiters wurden auch nicht an allen Tagen, an denen eine

erhöhte Dotation der Restwasserstrecke stattfand, auch aufsteigende (und markierte) Fische registriert.

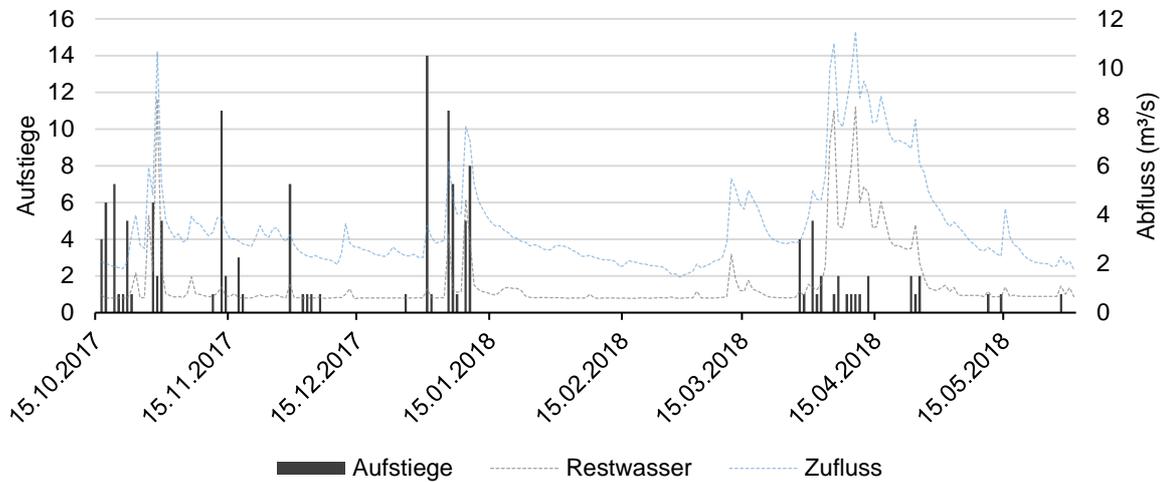


Abbildung 34: Verzeichnete Aufstiege an der FAH der Wasserfassung Hüttau (n=145) sowie Zufluss zur Wasserfassung und Abfluss in der Restwasserstrecke.

Wie erwähnt, wurde bei 22% der markierten Wildfische ein Aufstieg beobachtet. Die Fische, für die ein Aufstieg dokumentiert wurde, waren tendenziell den Größenklassen der mindestens zweisömmerigen Fische zuzuordnen (1+ Fische und größer). Am Fritzbach entspricht dies einer Länge ab ca. 150 mm (vgl. Abbildung 35).

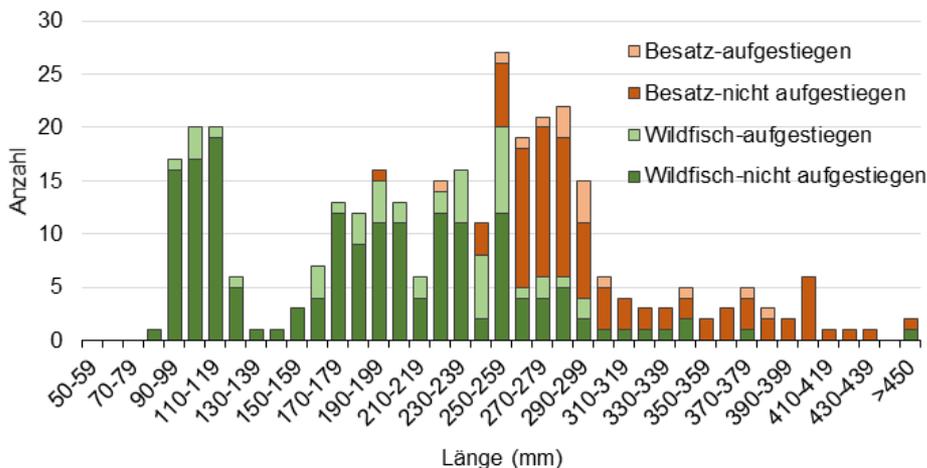


Abbildung 35: Längenfrequenzdiagramm markierter Fische und Anteil aufsteigender Individuen - getrennt nach Besitz- und Wildfischen.

Während von den 0+ Fischen (<150 mm) lediglich ein Anteil von etwa 10% über die FAH aufstieg, liegt der Anteil bei größeren Individuen (160-300 mm) bei 40%. Es wurden acht Fische über 300 mm markiert, von denen jedoch keiner einen Aufstieg über die FAH unternahm. Die Besatzfische, die ebenfalls alle markiert wurden, stiegen nur zu einem Anteil von 14% über die FAH auf.

### 5.3.1.2 Abwärtswanderung an der Wasserfassung Hütttau

Ein Abstieg an der Wasserfassung konnte bei insgesamt 62 Individuen belegt werden. Das entspricht einem Anteil von 19% aller markierten Individuen. 38 Absteiger waren Wildfische (17% d. markierten Wildfische), 24 Individuen stammten aus dem Fischbesatz (22% aller Besatzfische). Als Abstieg wurden hierbei Bewegungen vom Ober- ins Unterwasser der Wasserfassung bzw. der Wehranlage gewertet, ungeachtet dessen, welcher Wanderkorridor genutzt wurde. Ein Abstieg über die geöffnete Wehrklappe kann nur indirekt über einen Wiederfang des Individuums bzw. eine spätere Detektion an einer Antenne belegt werden. Die Anzahl der Absteiger über das Wehr kann somit potenziell vielfach höher sein als hier angegeben.

Tabelle 10: Anzahl detektierter Individuen und Anzahl registrierter Abstiege (in Klammer) an der Wasserfassung des KW Fritzbach.

	Wildfische	Besatzfische	Gesamt
<b>Abstieg Wehr</b>	27 (47)	12 (14)	39 (61)
<b>Abstieg FAH</b>	26 (53)	13 (15)	39 (68)
<b>Abstieg Klappe</b>	8 (10)	5 (5)	13 (15)
<b>Abstiege Gesamt</b>	<b>38 (110)</b>	<b>24 (34)</b>	<b>62 (144)</b>

Von den 62 abgestiegenen Fischen sind insgesamt 144 (Einzel-)Abstiege dokumentiert. Das heißt, dass jeder Fisch im Schnitt zweimal und mehr über die Anlage abgewandert ist. 110 dieser 145 Abstiege entfallen auf Wildfische (38 Individuen), 34 auf Besatzfische (24 Individuen). Bei acht Wildfischen wurden fünf oder mehr (bis zu sieben) Abstiege dokumentiert. Bei 13 Wildfischen wurde nur ein Abstieg beobachtet. Von den 24 Besatzfischen wurden als Maximum bei drei Individuen drei Abstiege verzeichnet.

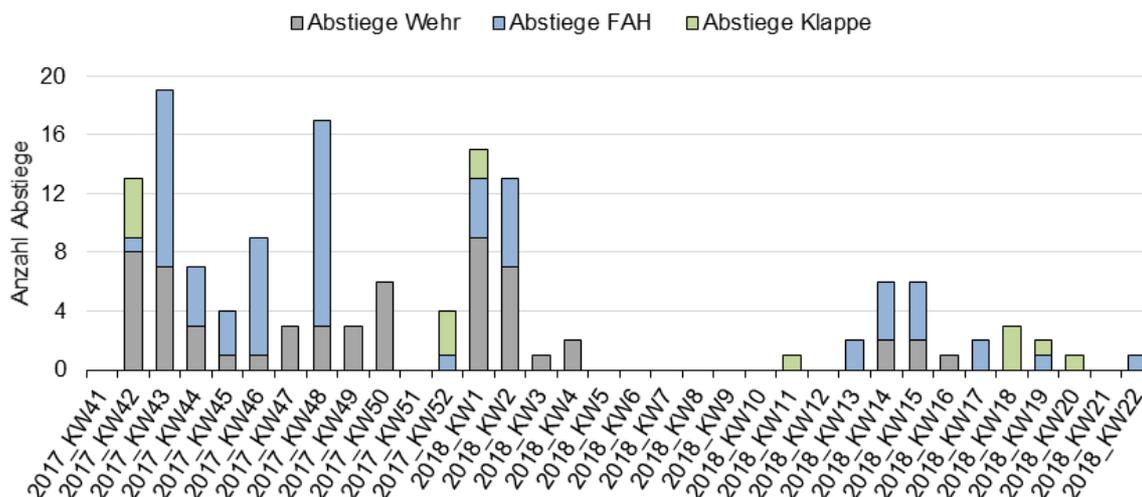


Abbildung 36: Anzahl der detektierten Abstiege je Wanderkorridor an der Wasserfassung Hütttau nach Kalenderwoche (16.10.2017 bis 31.05.2018).

Zeitlich verteilen sich die dokumentierten Abstiege im Untersuchungsgebiet wie folgt: In den ersten drei Wochen des Monitorings werden bereits knapp 30% aller Abstiege verzeichnet. Insbesondere wird auch die Abstiegsklappe bereits am 17.10., also am Tag der Fischmarkierung, bereits 4-mal zum Abstieg genutzt – jedoch ausschließlich von Besatzfischen. Bis Anfang Dezember 2017 wurden rund 50% der Gesamtabstiege dokumentiert, wobei bis zu diesem Zeitpunkt die FAH als Korridor präferiert genutzt wird (60% gegenüber 36% über das Wehr). Vermehrte Abstiege sind auch, wie Aufstiege, zwischen 31.12.2017 und 10.01.2018 zu beobachten. In diesem Zeitraum sind 32 Abstiege dokumentiert, wobei 5 davon über die Klappe stattfanden. Zwischen Mitte Jänner und Ende März sind keine Abstiege registriert worden. Ab Ende März bis zur Beendigung des Monitorings sind nochmals 24 Abstiege dokumentiert, davon 6 Abstiege über die Klappe. Wie bereits weiter oben erwähnt, ist der Zeitpunkt der Abstiege über das Wehr in den meisten Fällen nicht klar nachvollziehbar. Diese Werte dienen in obiger Abbildung lediglich als Anhaltspunkt.

Die Wanderbewegungen der Besatzfische beschränken sich auf den Zeitraum zwischen Beginn des Monitorings und Anfang Jänner 2018. Danach, d.h. vor allem ab Ende März, wurden bis auf eine Ausnahme keine Besatzfische mehr detektiert.

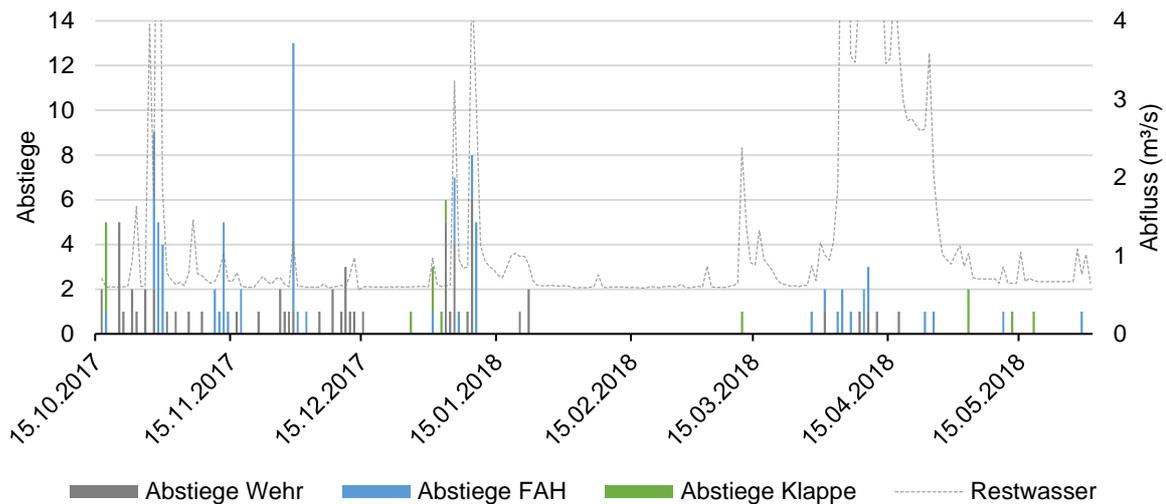


Abbildung 37: Verzeichnete Abstiege an der Wasserfassung Hüttau (n=144) getrennt nach Wanderkorridor sowie Abfluss in der Restwasserstrecke.

Abgesehen von Abwanderungen direkt nach der Fischmarkierung, kann in Abbildung 37 ein Zusammenhang zwischen dem Abfluss in der Restwasserstrecke und der Abwanderaktivität abgelesen werden. Fast im ganzen Untersuchungszeitraum finden die Abstiege vermehrt zu Zeitpunkten statt, in denen in der Restwasserstrecke der mittlere Tagesabfluss zumindest leicht erhöht war. Wie weiter oben bereits beschrieben, sind diese geringen Abflusserhöhungen oftmals auf kurzzeitige (wenige Stunden) Öffnungen des Wehrs zurückzuführen. Die in obiger Abbildung in Grau angegebenen Abstiege über das Wehr sind zeitlich nicht genau nachvollziehbar. Die Zeitpunkte der Abstiege sind zwischen Detektionen an Antennen angegeben (durch die der Abstieg über das Wehr erst belegt werden kann). Natürlich können diese Fische nur zu Zeitpunkten abgewandert sein, an denen das Wehr auch überflossen war. Somit ist eine noch bessere Übereinstimmung der Abstiege mit den erhöhten Restwasserabflüssen sehr wahrscheinlich.

Neben den nachweislich abgewanderten Individuen wurden vier Besatzfische aus dem Oberwasser zwischen 21. und 28.10.2017 an der oberen Antenne der FAH registriert. Weitere sechs Fische aus dem Oberwasser, die im Zuge der Elektrobefischung markiert wurden, wurden zwischen Ende Oktober und Anfang Dezember an der oberen FAH Antenne detektiert. Die Anzahl der Fische, die aus dem Oberwasser kommend den Einstieg in die FAH auffinden kann, liegt somit um 10 Individuen höher als für die tatsächlichen Abstiegszahlen weiter oben angegeben.

Wie in Kapitel 5.2 bereits erwähnt, wurden nach der Elektrobefischung einige Fische, die in der Restwasserstrecke gefangen wurden, ins Oberwasser der Anlage gesetzt, um einen Abstieg zu begünstigen. Von den 38 abgestiegenen Wildfischen entstammten 30 auch

tatsächlich der Restwasserstrecke. 13 Absteiger waren zu Beginn des Monitorings unterhalb des Wehrs und stiegen über die FAH auf. 17 Absteiger wanderten also aus dem Oberwasser „zurück“ in die Restwasserstrecke. Ein Abstieg ist für jene zurückwandernden Fische also dreimal wahrscheinlicher als für Fische, die im Oberwasser gefangen und markiert wurden.

Die verwendeten Abstiegskorridore unterteilen sich in die beiden mittels Antennen überwachten Korridore FAH und Abstiegsklappe sowie den Korridor über das geöffnete Wehr. Bei letzterem ist aufgrund der passiven Überwachung (nur nach späterer Redetektion belegbar) der genaue Zeitpunkt des Abstiegs in den meisten Fällen nicht nachvollziehbar. Auf Abbildung 38 ist die Nutzung der Wanderkorridore zum Fischabstieg angegeben. Etwa 40% der dokumentierten Abstiege entfallen auf den Korridor des geöffneten Wehrs. 48% der Abstiege passieren über die FAH, nur 10% steigen über die Abstiegsklappe ab.

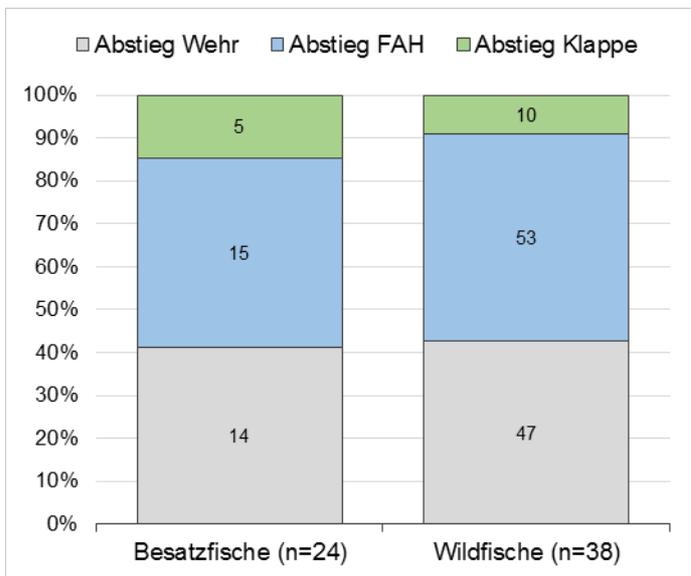


Abbildung 38: Verteilung der detektierten Abstiege auf die überwachten Abwanderkorridore.

Anzahl der Gesamtabstiege: 144 / davon 110 von Wildfischen.

Anzahl Absteigender Individuen: 62 / davon 38 Wildfische.

An der Abstiegsklappe wurden insgesamt 13 Individuen registriert (wovon 5 aus Besatz stammen). Die FAH wurde als Abstiegskorridor von 38 Individuen benutzt (davon 13 aus Besatz). Den Korridor des Wehrüberlaufs nutzten ebenfalls 38 Individuen (12 aus Besatz).

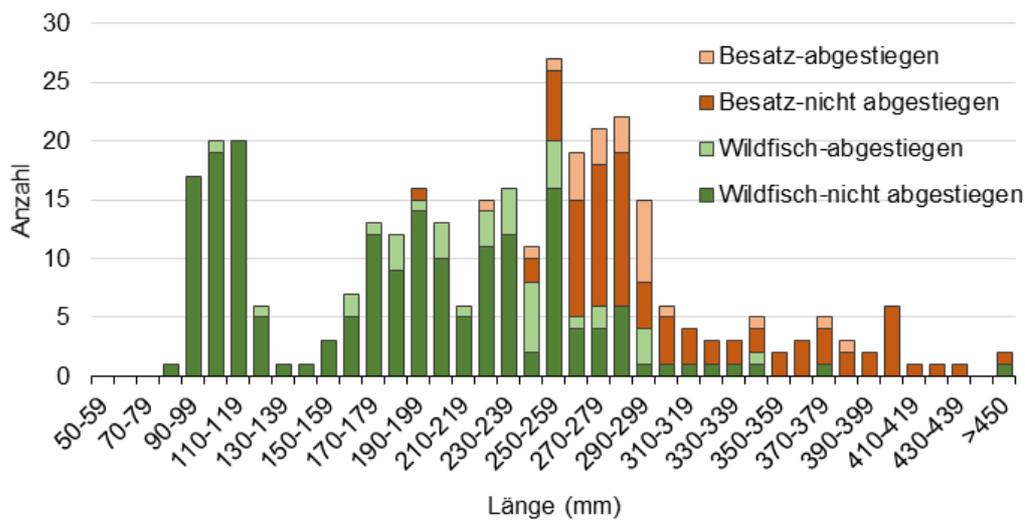


Abbildung 39: Längenfrequenzdiagramm markierter Fische am Fritzbach mit Anteil an absteigenden Individuen – getrennt nach Besatzfischen und Wildfischen.

Die Fischgröße (für Wildfische) unterscheidet sich je Wanderkorridor kaum. Fische, die über die Klappe abstiegen, waren im Mittel 226 mm groß (Stabw. 42 mm). Absteiger über die FAH waren im Mittel 233 mm (Stabw. 37 mm) groß, Absteiger über das Wehr 225 mm (Stabw. 51 mm). Die Besatzfische, für welche ein Abstieg dokumentiert wurde, waren in ihrer Grundgesamtheit entsprechend größer. Während für die Größenklasse der 0+ Fische (am Fritzbach im Okt. 2017 etwa 80-140 mm) lediglich zwei Abstiege verzeichnet wurden, war der Anteil der Absteiger in der Größenklasse zwischen 160 und 300 mm mit 24% ungleich höher. Von den Besatzfischen war ebenfalls die Größenklasse bis 300 mm jene, für die die meisten Abstiege detektiert wurden. 28% der markierten Fische stiegen ab, während „nur“ 22% aller Besatzfische abstiegen.

### 5.3.2 Monitoring Kleinarler Ache

Im Zuge des PIT-Monitorings an der Wasserfassung des KW Kleinarl an der Kleinarler Ache wurden 73 Fische (72 Bachforellen, 1 Bachsaibling) redetektiert. Davon stammten 38 Individuen aus dem Fischbesatz, 35 waren Wildfische. Insgesamt liegt die Redetektionsrate somit bei 27%, für die Besatzfische ist die Rate mit 30% leicht höher als für die Wildfische (25%). Die meisten Fische wurden bereits in den ersten beiden Wochen des Monitorings registriert. Danach folgen weitere Detektionen bis Mitte Dezember. Zwischen Jänner und Mitte März wurde nur ein Individuum detektiert. Zwischen Mitte und Ende März wurden nochmals einige Fische detektiert. Danach aber bis zur Beendigung des Monitorings keine weiteren.

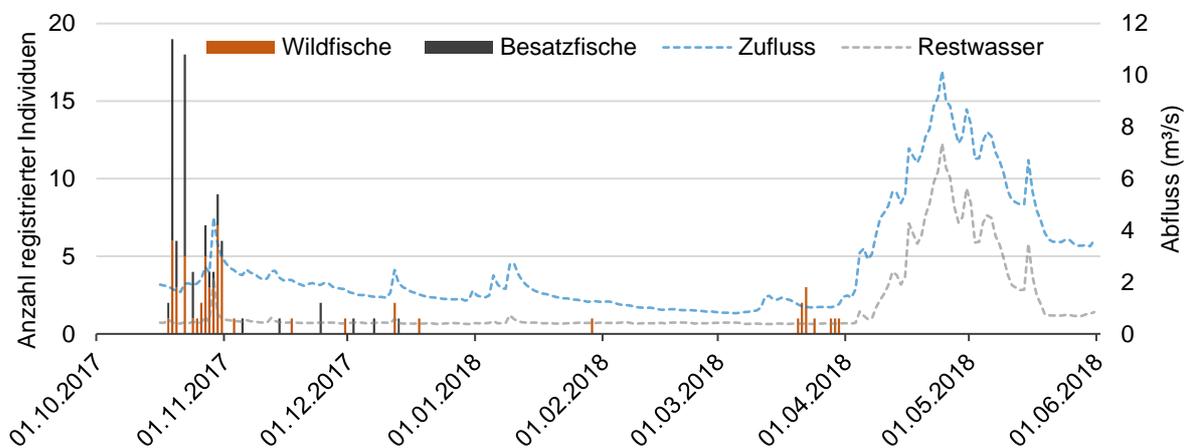


Abbildung 40: Anzahl detektierter Individuen an der Kleinarler Ache je Tag im Untersuchungszeitraum und Zufluss sowie Restwasserdotierung der Wasserfassung Kleinarl.

Auf Abbildung 40 sind die Detektionen von Fischen im Untersuchungszeitraum dargestellt. Die meisten Detektionen finden bereits kurz nach Beginn des Monitorings – also Mitte bis Ende Oktober – statt. Ende Oktober ist sowohl im Abfluss als auch bei den Detektionen eine Spitze erkennbar. Einerseits ist Ende März und Anfang April mit dem steigenden Wasserstand eine erhöhte Aktivität der Fische bemerkbar, andererseits werden Anfang Jänner keine Fische detektiert, obwohl der Abfluss erhöht war (allerdings vor allem der Zufluss zur Wasserfassung, nicht die Dotation der Restwasserstrecke).

Ein Aufstieg über die FAH bei der Wasserfassung Kleinarl ist für 30 Individuen dokumentiert (davon 5 Besatzfische), ein Abstieg über die Anlage (ungeachtet des Wanderkorridors) wurde bei 65 Individuen beobachtet (davon 38 Besatzfische).

### 5.3.2.1 Aufwärtswanderung an der Wasserfassung Kleinarl

Im Untersuchungszeitraum zwischen Mitte Oktober 2017 und Ende Mai 2018 wurden an der FAH bei der Wasserfassung Kleinarl 30 aufsteigende Individuen detektiert. Zu Beginn des Monitorings waren 34 der markierten Fische im Unterwasser der Anlage und 233 Individuen (davon 129 Besatzfische) im Oberwasser der Anlage situiert. Aus der Restwasserstrecke wanderten 11 Individuen über die FAH auf. Das entspricht einem Anteil von 30% der in der Restwasserstrecke markierten Fische. Aus dem Oberwasser der Anlage wurden, nach vorhergehendem Abstieg, weitere 19 Aufsteiger registriert, wovon 5 Individuen aus dem Fischbesatz stammen. Der Anteil der Aufsteiger an den im Oberwasser markierten Fischen liegt somit für die Wildfische bei 14%, für die Besatzfische bei 4%. Von den 30 registrierten Individuen wurden insgesamt 36 Einzel-Aufstiege durchgeführt. Einer der Besatzfische wanderte dreimal über die FAH auf, von den Wildfischen stieg ein Individuum dreimal, zwei weitere zweimal auf.

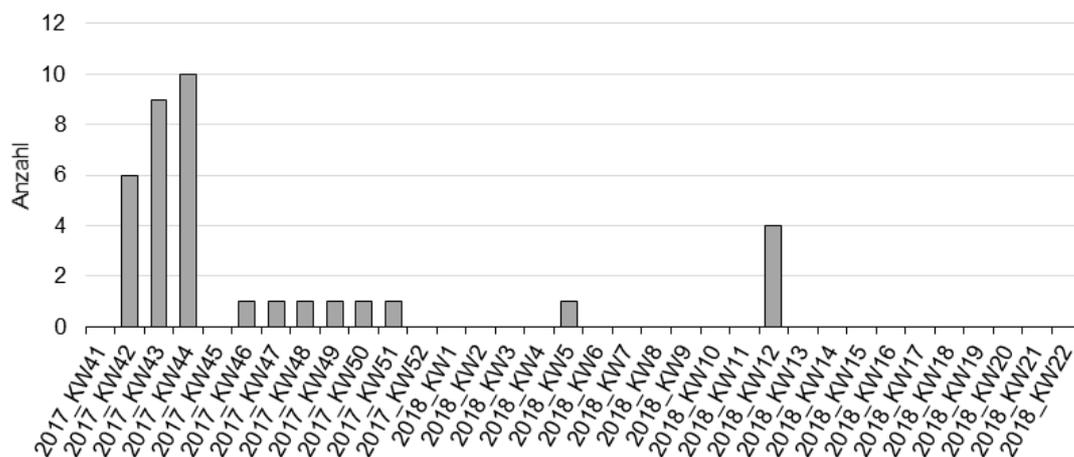


Abbildung 41: Registrierte Aufstiege an der FAH des KW Kleinarl.

Der Großteil (70%) der Aufstiege wurde bereits zu Beginn des Monitorings registriert. Danach wurde bis Ende Dezember etwa 1 Aufstieg pro Woche verzeichnet. Danach folgte eine Phase von 11 Wochen, in denen – bis auf eine Ausnahme – keine Aufstiege registriert wurden. Ende März wanderten nochmals 4 Fische über die FAH auf.

In Abbildung 42 ist zu sehen, dass der Großteil der Aufstiege zwischen 28. Oktober und 1. November stattfand – einem Zeitraum in dem auch der Abfluss in der Restwasserstrecke aufgrund des Überwassers erhöht war. In weiterer Folge waren bis Jahresende 2017 keine nennenswerten Abflussspitzen in der Restwasserstrecke bemerkbar. Anfang Jänner wurde die Restwasserstrecke kurzzeitig stärker dotiert, wobei keine zusätzlichen Aufsteiger detektiert wurden. Ende März wurden vier Aufsteiger registriert, wobei der Abfluss in der

Restwasserstrecke in diesem Zeitraum konstant war. Erst ab Anfang April steigt die Restwasserdotations an, aufsteigende Fische wurden jedoch keine mehr registriert.

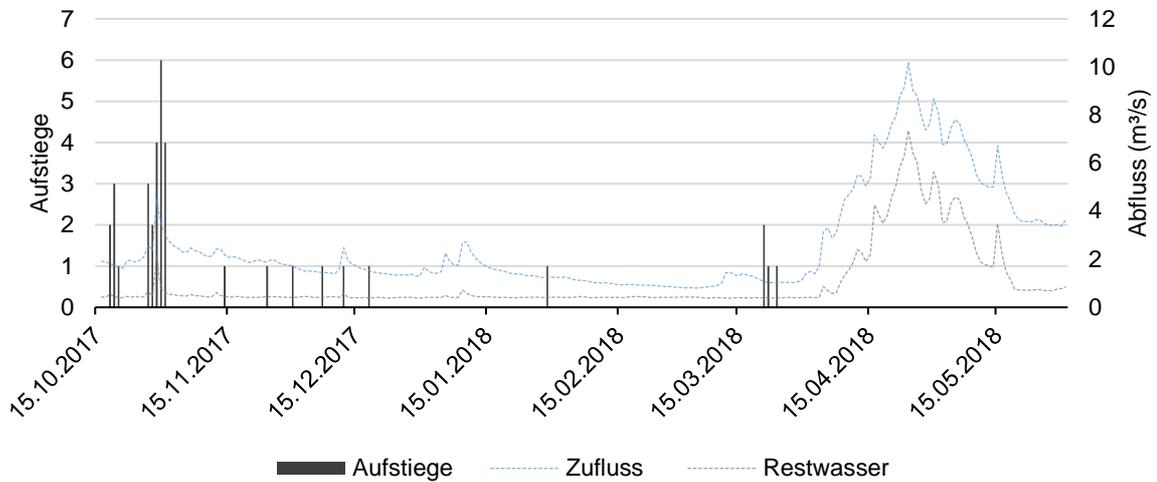


Abbildung 42: Verzeichnete Aufstiege an der FAH der Wasserfassung Kleinarl (n=36) sowie Zufluss zur Wasserfassung und Abfluss in der Restwasserstrecke.

Der Anteil der Aufsteiger beträgt bei den Wildfischen insgesamt 18%. Die meisten Aufsteiger (19 Ind.) sind der Größenklasse zwischen 130 und 190 mm zugehörig, das entspricht an der Kleinarler Ache den zweisömmerigen Individuen (1+ Fische im Herbst 2017). Von den 129 markierten Besatzfischen wurden nur 5 als Aufsteiger registriert (4%). Die Größen der Besatzfische liegen mit 240 bis 380 mm weit über dem für die Kleinarler Ache natürlichen Größenspektrum.

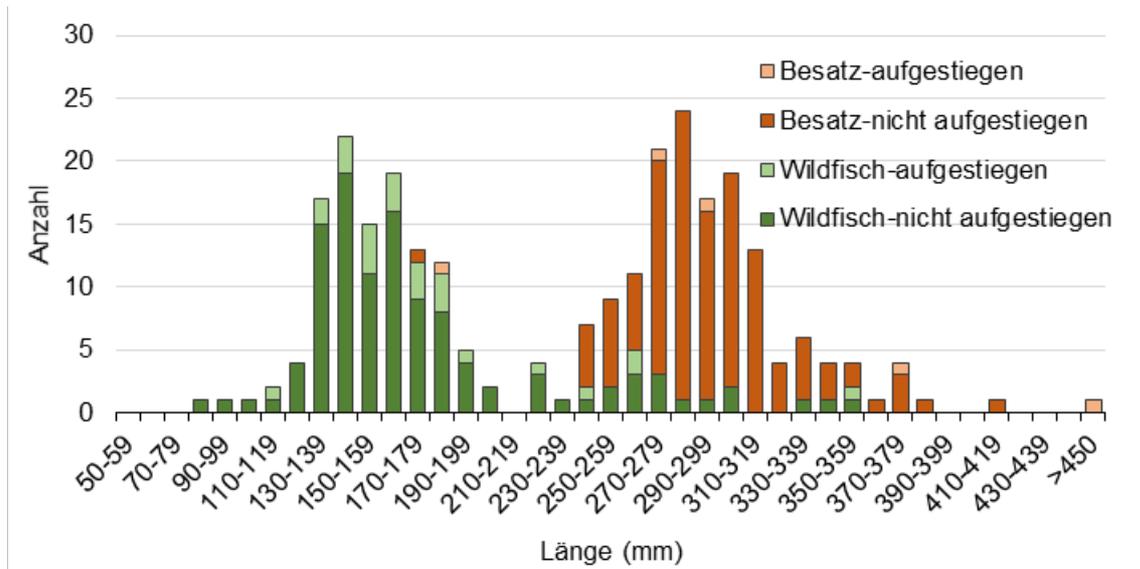


Abbildung 43: Längefrequenzdiagramm der markierten Individuen an der Kleinarler Ache und Anteil der Aufsteiger über die FAH.

### 5.3.2.2 Abwärtswanderung an der Wasserfassung Kleinarl

An der Wasserfassung des KW Kleinarl wurden im Untersuchungszeitraum 65 absteigende Fische detektiert. Als Fischabstieg wird hier, analog zur Untersuchung am Fritzbach, eine Wanderung aus dem Oberwasser der Anlage in die Restwasserstrecke bezeichnet. Die überwachten Wanderkorridore sind dabei die FAH und die Abstiegs- bzw. Restwasserklappe (mittels PIT-Antenne) sowie indirekt (durch spätere Redetektion) auch der Wehrabstieg bei geöffneter Wehrklappe. Von den 65 registrierten Absteigern waren 38 den Besatzfischen zuzuordnen (30%), 27 entstammen den markierten Wildfischen (20%). Von diesen waren 4 zu Beginn des Monitorings in der Restwasserstrecke. Diese Fische sind nach vorangehendem Aufstieg wieder über die Anlage abgestiegen. In Tabelle 11 sind die Absteiger und Abstiege je Wanderkorridor angegeben. Als Wehrabsteiger konnten 6 Wildfische und ein Besatzfisch nachgewiesen werden. Auch an dieser Stelle soll erwähnt werden, dass aufgrund der lediglich passiven Überwachung des Korridors des geöffneten Wehrs die tatsächliche Anzahl der Absteiger über das Wehr wohl unterschätzt wird. Ein Abstieg über die FAH wurde von ähnlich vielen Wildfischen und Besatzfischen registriert (12 bzw. 11 Individuen). Über die Klappe wanderten deutlich mehr Besatzfische (27) als Wildfische (13) ab.

Tabelle 11: Anzahl detektierter Individuen und Anzahl registrierter Abstiege (in Klammer) an der Wasserfassung des KW Kleinarl.

	Wildfische	Besatzfische	Gesamt
Abstieg Wehr	6 (7)	1 (2)	7 (9)
Abstieg FAH	12 (13)	11 (12)	23 (25)
Abstieg Klappe	13 (13)	27 (27)	40 (40)
<b>Gesamt</b>	<b>27 (33)</b>	<b>38 (41)</b>	<b>65 (74)</b>

Insgesamt sind 74 Einzelabstiege der 65 Individuen aufgezeichnet worden. Es steigen also nur wenige Fische mehrfach ab. 41 der Abstiege entfallen auf die 38 abgestiegenen Besatzfische. 33 Abstiege wurden von den 27 Wildfischen registriert. Die zeitliche Verteilung der registrierten Abstiege an der Kleinarler Ache (Abbildung 44 bzw. Abbildung 45) stellt sich ähnlich dar wie für die detektierten Aufstiege.

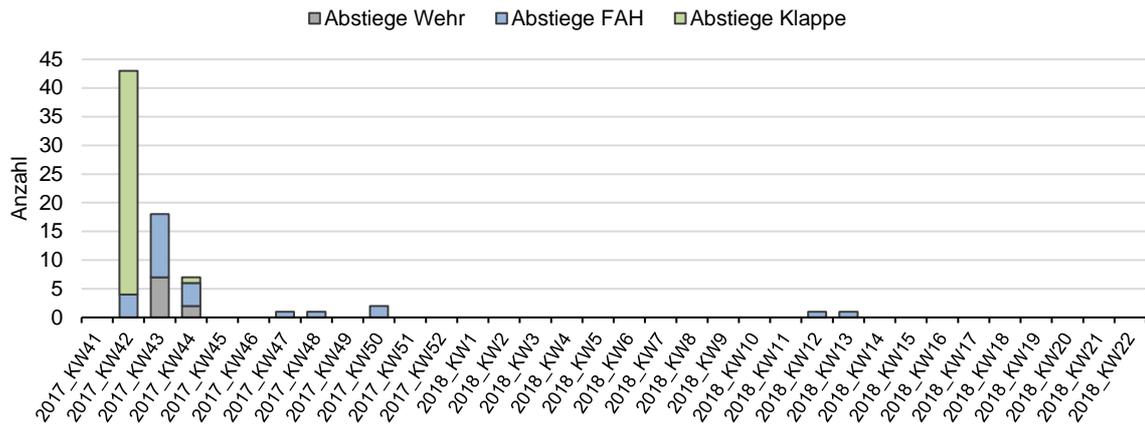


Abbildung 44: Anzahl der detektierten Abstiege je Wanderkorridor an der Wasserfassung Kleinarl nach Kalenderwoche (16.10.2017 bis 31.05.2018).

Bereits kurz nach Beginn des Monitorings wird der größte Anteil der Abwärtswanderungen registriert. 39 Abstiege über die Klappe werden zwischen 17. und 22.10.2017 detektiert. Von diesen Abstiegen sind 28 den Besatzfischen und 11 den Wildfischen zuzuordnen. Danach folgt nur mehr ein Abstieg über die Abstiegsklappe am 3.11. Auch Abstiege über die FAH werden vor allem zwischen 19.10. und 05.11. registriert. Bis Mitte Dezember folgen 4 weitere Abstiege über die FAH, danach werden erst wieder Ende März 2 Abstiege über die FAH registriert.

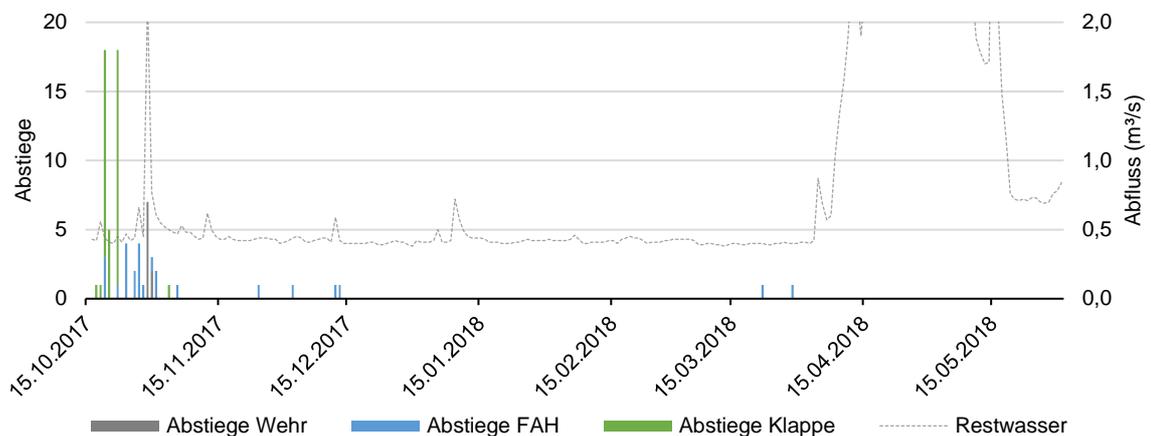


Abbildung 45: Verzeichnete Abstiege an der Wasserfassung Kleinarl (n=74) getrennt nach Wanderkorridor sowie Abfluss in der Restwasserstrecke.

Da die meisten Abstiege also unmittelbar nach Beginn des Monitorings verzeichnet wurden, ist auch ein möglicher Zusammenhang mit der Abflusssituation nicht erkennbar. Trotz kurzzeitigen Erhöhungen der Abflüsse in der Restwasserstrecke (z.B. am 12.11., 12.12. oder 09.01.) sind keine vermehrten Abstiege detektiert worden. Die kleineren Abflusserhöhungen

in der Restwasserstrecke sind, wie am Fritzbach, auf kurzzeitige Öffnungen der Wehrklappe zurückzuführen, die sich in den dargestellten Tagesmittelwerten nur abgeschwächt abbilden. Der Basisabfluss der Restwasserstrecke von knapp 400 l/s wird im Untersuchungszeitraum mit Ausnahme von Ende Oktober und ab Anfang April im Ausmaß der vorgeschriebenen Dynamisierung und aufgrund des relativ geringen Zuflusses nur phasenweise überschritten (vgl. Abbildung 12).

Auch an der Kleinarler Ache wurden manche der in der Restwasserstrecke gefangenen Individuen nach der Markierung im Oberwasser der Anlage ausgesetzt (vgl. Kapitel 5.2). Von 23 Absteigern, die zu Beginn des Monitorings oberhalb der Wasserfassung waren, wanderten 22 in die Restwasserstrecke „zurück“. Ein Fischabstieg ist also vor allem für jene Fische beobachtbar, die vor Beginn der Befischungen in der Restwasserstrecke ihr Habitat fanden.

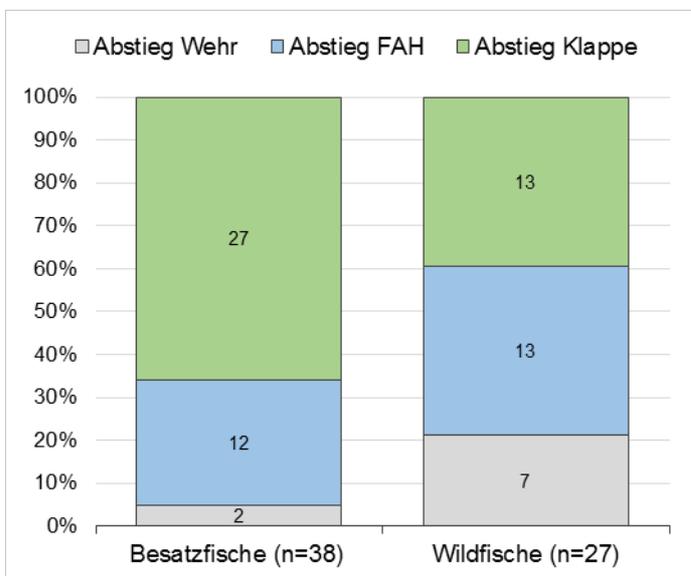


Abbildung 46: Verteilung der detektierten Abstiege auf die überwachten Abwanderkorridore. Anzahl der Gesamtabstiege: 74 / davon 33 von Wildfischen.

Anzahl absteigender Individuen: 65 / davon 27 Wildfische.

Der Anteil der Abstiege über die Klappe lag für die Besatzfische an der Kleinarler Ache bei 65%, 30% stiegen über die FAH ab, 5% über das geöffnete Wehr. Bei den Wildfischen lag der Anteil der Abstiege über die Klappe sowie der FAH bei je 40%, 20% entfallen auf das Wehr. Die Differenz zwischen Besatz- und Wildfisch in den gewählten Korridoren spiegelt sich auch bei Betrachtung von Individuen wider. 27 Besatzfische nutzen die Klappe zum Abstieg, 11 nutzen die FAH und nur ein Individuum das Wehr. Von den Wildfischen nutzen 13 die Klappe, 12 die FAH und 6 das Wehr.

Jene Fische, die an der Wasserfassung Kleinarl als Absteiger registriert wurden, waren im Falle der Wildfische zwischen 140 und 360 mm groß. Der Anteil der abgestiegenen Fische an den markierten beträgt 20%. Auffallend ist, dass alle größeren Fische (330-360 mm – 4 Ind.) abstiegen. Bei den Besatzfischen lag der Anteil der abgestiegenen Fische bei 29% (38 von 129 Ind.). Dabei stiegen vermehrt Fische in der Größe 280 bis 320 mm ab (26 Ind. bzw. 39%).

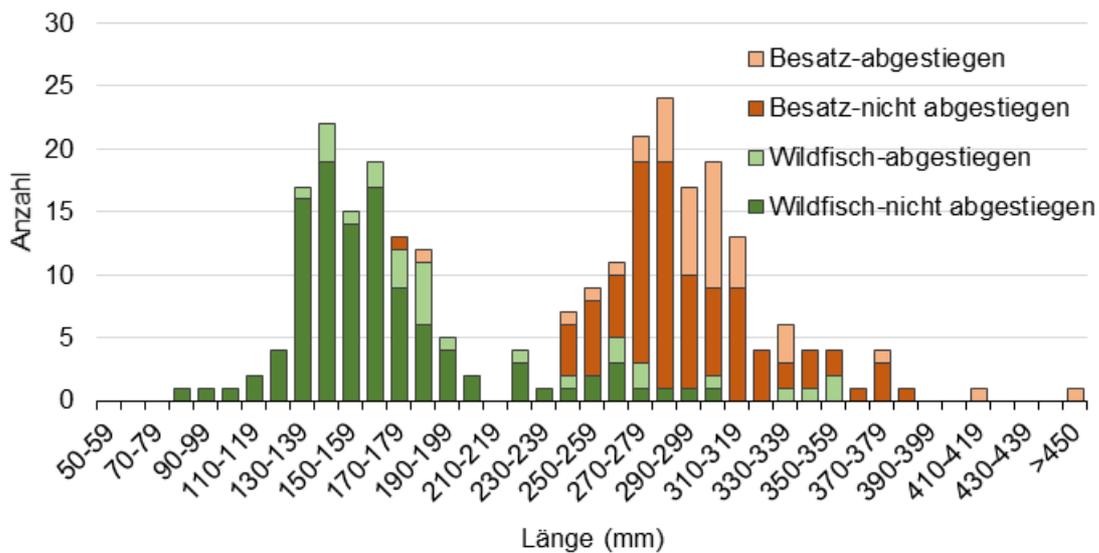


Abbildung 47: Längenfrequenzdiagramm markierter Fische an der Kleinarler Ache mit Anteil an absteigenden Individuen – getrennt nach Besatzfischen und Wildfischen.

Hinsichtlich der Größenselektivität der einzelnen Wanderkorridore sind nur geringe Unterschiede feststellbar. Die mittlere Größe der abgestiegenen Wildfische lag bei den Klappen-Absteigern bei 228 mm (Stabw. 83 mm), bei den Wehrabsteigern bei 223 mm (Stabw. 42 mm). Die Absteiger über die FAH waren mit 201 mm (Stabw. 51 mm) etwas kleiner. Für die Besatzfische ist ebenfalls eine präferierte Nutzung der Abstiegsklappe für größere Fische erkennbar. Im Mittel waren die Klappen-Absteiger 310 mm groß (Stabw. 45), während FAH-Absteiger nur 284 mm (Stabw. 47) groß waren. Über das Wehr stieg nur ein Besatzfisch ab, der allerdings mit 180 mm deutlich kleiner war.

## 5.4 Abschließende Befischungen

Um den Verbleib von markierten Fischen mittels Wiederfang zu evaluieren bzw. den Anteil der Markierten am Fischbestand nach einem Winter zu untersuchen, wurden Mitte März, vor Einsetzen der Schneeschmelze, an Fritzbach und Kleinarler Ache neuerlich Elektrobefischungen durchgeführt. Dabei wurden dieselben Abschnitte wie im Oktober 2017 beprobt, jedoch in geringerer Intensität, d. h. statt einer quantitativen Erhebung wurden semi-quantitative Befischungen mit einem Rückenaggregat und einer Polstange durchgeführt. Die dabei gefangenen Fische wurden vermessen und protokolliert. Für jene Fische, die bereits markiert waren, lassen sich Rückschlüsse auf die Wanderbewegungen über das Winterhalbjahr schließen.

### 5.4.1 Frühjahrsbefischung Fritzbach

Am Fritzbach wurde die Vollwasserstrecke oberhalb des Wehrs sowie zwei Abschnitte der Restwasserstrecke befischt. In Abbildung 48 sind die Bereiche abgebildet, die im März 2018 befischt wurden. In Tabelle 12 sind die Streckendaten, auf Tabelle 13 die Fangzahlen je Strecke angegeben.

Insgesamt wurden im März 2018 am Fritzbach 37 Bachforellen und eine Koppe gefangen. 13 Individuen waren bereits markiert und somit Wiederfänge der Herbstbefischung. Keiner der gefangenen Fische stammte aus dem Herbstbesatz.



Abbildung 48: Befischte Bereiche im Nahbereich der Wasserfassung Hütttau - März 2018.  
Bildgrundlage: SAGISonline – Geodateninformationssystem Land Salzburg

Aufgrund der in Bezug zur Herbstbefischung relativ hohen Wasserführung im März 2018 und der Tatsache, dass nur mit einer Anode gefischt wurde, war die Gesamtzahl der gefangenen Fische geringer als im Oktober 2017. Anhand der Abschätzung des Fangerfolges (Anteil gefangener Fische an der Anzahl gesehener Fische je Art/Größenklasse) soll die Anzahl der

vorhandenen Fische in der Probestrecke präzisiert werden. Während in der Restwasserstrecke der Fangerfolg bei 90-100% lag, lag er in der Vollwasserstrecke bei 70%.

Tabelle 12: Beschreibung der befischten Abschnitte - Fritzbach im März 2018.

ID	Datum	Lagebeschreibung	Methodik	Länge (m)	Distanz zur Wasserfassung
RW_1	20.03.2018	Restwasserstrecke unterhalb Sohlschwelle	Semi-quantitativ	330	650-300
RW_2	20.03.2018	Restwasserstrecke zw. Sohlschwelle und Wehr	Semi-quantitativ	280	280-0
VW	20.03.2018	Zwischen Stauwurzel und Larzenbach-Mündung	Semi-quantitativ	300	150-450

Auch unter Berücksichtigung des Fangerfolges lag die Anzahl der gefangenen Fische unter den Werten von Herbst 2017. So konnten etwa in der Restwasserstrecke unterhalb des Wehrs im Herbst 74 Individuen gefangen werden, im März 2018 nur 13. In der Vollwasserstrecke wurden im Oktober 54, im März 13 Individuen gefangen. Berücksichtigt werden sollte jedoch auch, dass im März mit nur einer Anode gefischt wurde, während im Herbst mit zwei Anoden die Fangeffizienz über die Flussbreite auch entsprechend höher war.

Tabelle 13: Fangzahlen und Wiederfänge im Fritzbach – 20.03.2018.

Stelle	# Bachforellen	Anzahl inkl. Fangerfolg	Länge mm (Min.-Max.)	Anzahl Wiederfänge (in %)
RW_1	16	16	186 (97-271)	4 (25%)
RW_2	12	13	142 (88-232)	6 (50%)
VW	9	13	197 (116-234)	3 (30%)
<b>Gesamt</b>	37	42	175 (88-271)	13 (35%)

Von den im Herbst markierten Fischen konnten fünf Monate später 13 Individuen wieder gefangen werden. Die größte Wiederfangrate wurde mit 50% (6 Ind.) in der Restwasserstrecke direkt unterhalb der Wasserfassung erreicht. Unterhalb der darunter befindlichen Sohlschwelle wurden 4 markierte Fische gefangen – das entspricht 25% des Gesamtfanges. In der Vollwasserstrecke oberhalb des Wehrs wurden 3 markierte Individuen gefangen. Im Herbst 2017 wurden nahezu alle gefangenen Fische auch mittels PIT Tag markiert – die Markierungsrate lag bei 96%.

Fünf der wiedergefangenen Fische wurden auch im Rahmen des PIT-Monitorings detektiert. Für drei Individuen, die im Zuge der März-Befischungen in der Restwasserstrecke gefangen wurden, kann dadurch ein Abstieg über das Wehr nachvollzogen werden. Diese Fische

befanden sich vor dem Wiederfang gemäß den Aufzeichnungen der Überwachungsantennen im Oberwasser der Anlage. Eine Bachforelle wanderte am 09.01.2018 über die FAH in die Restwasserstrecke ab und wurde dort im März wiedergefangen. Ein weiterer Fisch wurde in der Vollwasserstrecke wiedergefangen. Dieses Individuum wanderte etwa einen Monat später über die FAH in die Restwasserstrecke ab.

Acht der 13 wiedergefangenen Fische wurden nicht im PIT-Monitoring registriert. Darunter sind drei Individuen, die im Oberwasser der Anlage markiert wurden und dort auch bis zu deren Wiederfang blieben. Die weiteren fünf Individuen wurden in der Restwasserstrecke markiert und auch dort wiedergefangen. Das heißt, dass für diese Fische keine Wanderbewegungen (zumindest nicht an der Wasserfassung) im Untersuchungszeitraum feststellbar waren.

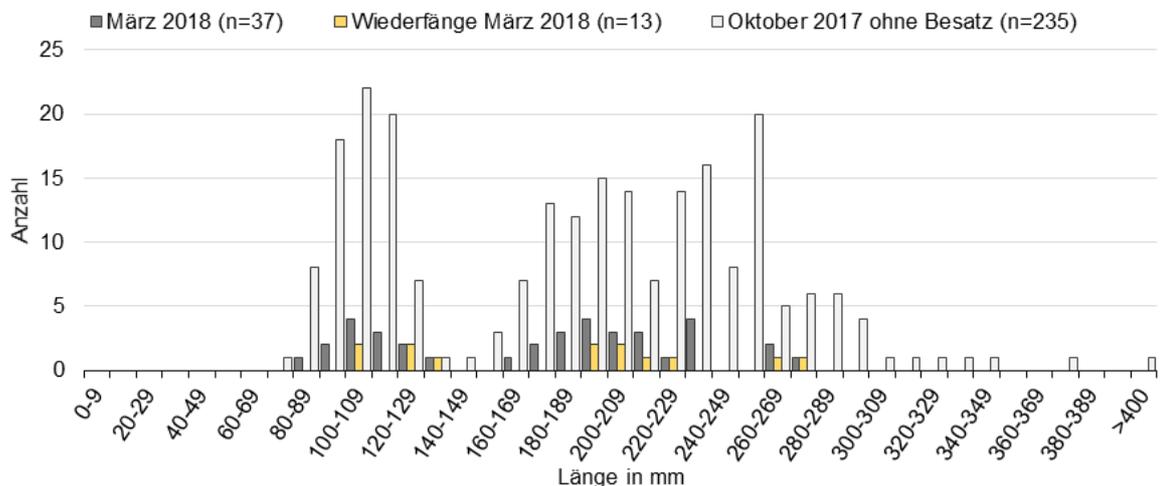


Abbildung 49: Längenfrequenzdiagramm der Bachforelle im Fritzbach bei Hütttau – Vergleich zwischen Befischung im Oktober 2017 und März 2018.

Für die wiedergefangenen Individuen wurde im Zeitraum Oktober 2017-März 2018 eine durchschnittliche Zuwachsrate von 7 mm festgestellt, wobei die gefangenen Individuen der Größenklasse zwischen 100-280 mm zugehören und sich auf 0+, 1+ und 2+ Fische verteilen. Anhand des Längenfrequenzdiagramms lassen sich, abgesehen von der weitaus geringeren Fangzahl, im Frühjahr keine wesentlichen Unterschiede in der Population erkennen.

#### 5.4.2 Frühjahrsbefischung Kleinarler Ache

In der Kleinarler Ache wurde die Frühjahrsbefischung am 19.03.2018 durchgeführt. Entsprechend der besseren Durchgängigkeit der Kleinarler Ache ober- und unterhalb der

Wasserfassung wurden die Untersuchungsstrecken entsprechend weiter verteilt (Abbildung 50 bzw. Tabelle 14).

Bei der März-Befischung wurden in der Kleinarler Ache 141 Fische gefangen, 139 Bachforellen und 2 Elritzen. 15 Individuen waren mit PIT-Tags markiert.



Abbildung 50: Befischte Stellen im Nahbereich der Wasserfassung Kleinarl – März 2018.  
Bildgrundlage: SAGISonline – Geodateninformationssystem Land Salzburg

Oberhalb der Wasserfassung, also in der Vollwasserstrecke, wurden drei Abschnitte befischt, wobei im Staubereich keine Fische gefangen oder gesichtet wurden. Darüber hinaus wurde jener Abschnitt befischt, der auch für die quantitative Bestandserhebung im Herbst befischt wurde. Weiters wurde eine Strecke weiter flussauf im Ortsgebiet von Kleinarl beprobt.

In der Restwasserstrecke flussab der Wasserfassung wurden vier Abschnitte beprobt, wobei der unterste von der Fischereirevieregrenze aufwärts lag – somit etwa 1,8 km unterhalb des Wehrs. Die weiteren Strecken lagen 1,4 km, 700 m und 350 m unterhalb des Wehrs, wobei die letzte Strecke wiederum jener der quantitativen Erhebung vom Herbst 2017 entsprach. Die Verortung der Befischungsstellen ist in Tabelle 14 angegeben.

Tabelle 14: Stellenbeschreibung der befischten Abschnitte in der Kleinarler Ache – 19.03.2018.

ID	Datum	Lagebeschreibung	Methodik	Länge (m)	Distanz zur Wasserfassung
RW_01	19.03.2018	Von Fischereigrenze bis Bauhof	Semi-quantitativ	360	1,9-1,5 km
RW_02	19.03.2018	Von Bauhof flussauf	Semi-quantitativ	240	1,3-1,1 km
RW_03	19.03.2018	Zwischen Straßenbrücken und Wasserfassung	Semi-quantitativ	580	900-300 m
RW_04	19.03.2018	Von Zufahrt Brandstatt bis Wehr	Semi-quantitativ	310	300-0
Stau	19.03.2018	Direkter Staubereich	Semi-quantitativ	50	0-50 m
VW_01	19.03.2018	Zw. Stauwurzel und Brücke obere Zufahrt	Semi-quantitativ	215	80-300 m
VW_02	19.03.2018	Von oh. Zufahrt bis Brücke in Kleinarl	Semi-quantitativ	310	390-700 m

Die Fangzahlen in den befischten Abschnitten sind in Tabelle 15 angegeben. Oberhalb des Wehrs wurden 29 Bachforellen auf einer befischten Länge von knapp 600 m gefangen. Dabei waren vier gefangene Fische bereits mit PIT-Tags markiert. Unterhalb des Wehrs wurden 110 Bachforellen gefangen. Die befischte Länge war mit knapp 1.500 m aber entsprechend höher. In der Restwasserstrecke wurden 11 Individuen wiedergefangen, wobei Wiederfänge ausschließlich in den Strecken direkt unterhalb der Wasserfassung nachgewiesen wurden. Im Vergleich zu den Herbst-Befischungen ist die Anzahl der gefangenen Fische in der Restwasserstrecke im März etwas geringer. In der Strecke RW-04 wurden etwa im Oktober 44 Individuen gefangen, wobei 2 Anoden in zwei aufeinanderfolgenden Durchgängen verwendet wurden. In der Strecke oberhalb des Wehrs war die Fangzahl geringer als im Herbst 2017 (60 Bachforellen).

Tabelle 15: Fangzahlen und Wiederfänge in der Kleinarler Ache – 19.03.2018.

Stelle	# Bachforellen	Anzahl inkl. Fangerfolg	Länge mm (Min.-Max.)	Anzahl Wiederfänge (in %)
RW_01	35	37	154 (75-295)	-
RW_02	13	14	158 (75-292)	-
RW_03	30	34	113 (58-273)	2 (7%)
RW_04	32	34	141 (65-249)	9 (28%)
Stau	-	-	-	-
VW_01	10	11	166 (70-264)	4 (40%)
VW_02	19	21	173 (70-290)	-
<b>Gesamt</b>	139	150	146 (58-295)	15 (11%)

Markierte Fische wurden ausschließlich in den Strecken direkt ober- bzw. unterhalb der Wasserfassung wiedergefangen. Es konnten 15 bereits markierte Individuen gefangen werden, 11 unterhalb und 4 oberhalb der Wasserfassung. In der Restwasserstrecke wurde der Anteil der Wiederfänge mit zunehmender Distanz zum Wehr geringer. Die Markierungsrate lag unterhalb- sowie oberhalb des Wehrs bei 77%. Der Anteil an Wiederfängen lag bei insgesamt 11%, im Bereich von 800 m flussab bis 300 m flussauf des Wehrs lag der Anteil bei 21%, wobei in der Strecke oberhalb des Wehrs 4 von 10 Fischen markiert waren, im ersten Abschnitt der Restwasserstrecke 9 von 32 und im darunter liegenden Abschnitt 2 von 30 Individuen.

Elf der 15 wiedergefangenen Individuen wurden auch im Rahmen des PIT-Monitorings an einer der installierten Antennen registriert. Einer der wiedergefangenen Fische stammte aus dem Besatz im Herbst. Die durchschnittliche Länge der wiedergefangenen Fische betrug 173 mm. Die mittlere Zuwachsrate über die fünf Wintermonate liegt somit bei 5 mm, wobei ausschließlich Individuen mit Längen ab 120 mm gefangen wurden (1+ Fische und älter).

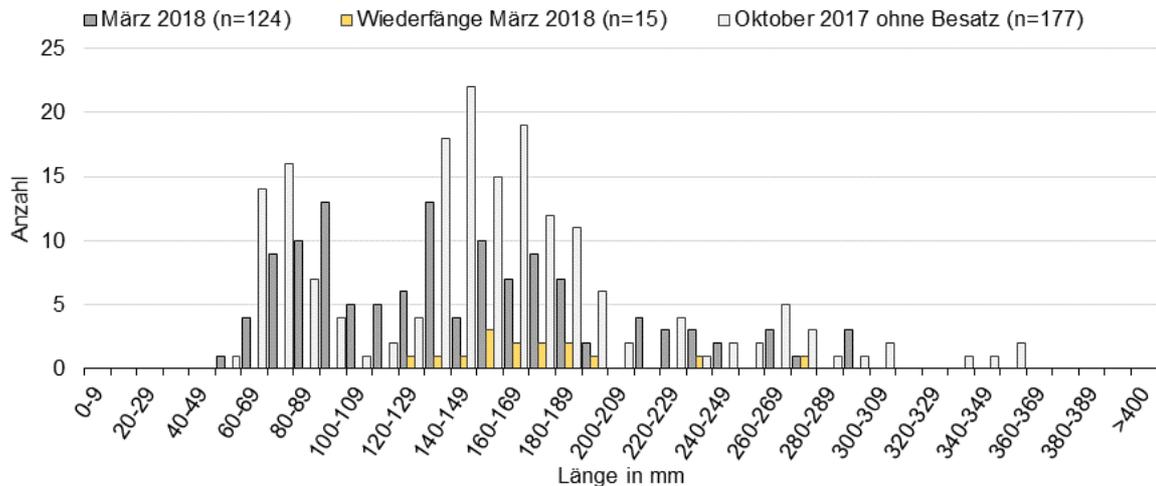


Abbildung 51: Längenfrequenzdiagramm der Bachforelle in der Kleinarler Ache – Vergleich zwischen Oktober 2017 und März 2018.

Oberhalb des Wehrs wurden vier Fische mit PIT-Tag wiedergefangen. Davon waren drei Fische im Oberwasser markiert worden und auch über den Untersuchungszeitraum geblieben bzw. nicht an den Antennen registriert worden. Eine Bachforelle stieg im Oktober 2017 zweimal über die Wasserfassung ab und über die FAH wieder auf. Fünf Monate später wurde sie schließlich in der oberen Strecke wiedergefangen.

In der Restwasserstrecke wurden 11 Fische wiedergefangen. Davon waren sechs Individuen zu Beginn des Monitorings im Oberwasser der Anlage. Ein Individuum, das dem Fischbesatz entstammt, stieg im Oktober drei Mal über die Anlage ab und wieder auf. Danach stieg dieser Fisch Ende November über die FAH in die Restwasserstrecke ab und wurde dort wiedergefangen. Für zwei weitere Individuen ist durch den Wiederfang in der Restwasserstrecke ein Abstieg über das geöffnete Wehr nachweisbar, bei drei Individuen ist der Fang in der Restwasserstrecke durch den vorhergehenden Abstieg über die FAH nachvollziehbar.

Fünf der im März in der Restwasserstrecke gefangenen Individuen wurden auch im Herbst 2017 dort gefangen und markiert. Zwei dieser Fische stiegen noch im Oktober über die FAH auf. Durch den Fang unterhalb des Wehrs müssen diese während der Untersuchungsperiode über das geöffnete Wehr abgewandert sein. Ein Fisch wurde nicht im PIT-Monitoring registriert und verblieb über den gesamten Monitoringzeitraum in der Restwasserstrecke. Zwei Fische stiegen erst nach deren Fang Mitte März über die FAH auf.

Durch die Wiederfänge kann also für vier Individuen ein Abstieg über das Wehr belegt werden.

# 6 Diskussion

In den folgenden Kapiteln werden die Ergebnisse der Fallstudien an Fritzbach und Kleinarler Ache hinsichtlich der ausgehenden Fragestellungen beleuchtet. Neben einer Plausibilitätsklärung der erhobenen Daten werden vor allem die Unterschiede der abwärtsgerichteten Fischwanderung an den beiden untersuchten Anlagen hervorgehoben.

## 6.1 Bewertung des Fischbestandes an Fritzbach und Kleinarler Ache

Die beiden Untersuchungsabschnitte unterscheiden sich vor allem hinsichtlich ihrer Höhenlage - die Anlage an der Kleinarler Ache liegt etwa 300 m höher auf knapp 1.000 Höhenmeter - und der Wassermenge (mittlerer Abfluss im Untersuchungszeitraum am Fritzbach 2,9 m<sup>3</sup>/s, an Kleinarler Ache 2,5 m<sup>3</sup>/s). Hinsichtlich des Fischbestand und der hydrologischen Grundsituation sind die beiden Gewässer sehr ähnlich.

Sowohl im Fritzbach als auch in der Kleinarler Ache ist die Bachforelle die dominierende Fischart. Dies zeigen sowohl die aktuellen als auch die Befischungsdaten aus den letzten Jahren. Die Produktivität der Population von Bachforellen scheint allerdings sehr gering zu sein.

Tabelle 16: Ergebnisse des Fisch Index Austria für die im Fritzbach und der Kleinarler Ache befischten Strecken im Oktober 2017.

Stelle	Befischte Fläche (m <sup>2</sup> )	Anzahl Bachforellen	Anzahl Bachforellen >0+ (in%)	Anzahl Bachforellen >1+ (in %)	Abundanz Bachforelle (Ind/ha)	Biomasse Bachforelle (kg/ha)	FIA
FB_01	2.520	74	23 (31%)	9 (12%)	256	10,3	5
FB_02	1.318	45	35 (78%)	19 (42%)	316	31	5
KA_01	1.463	43	32 (74%)	0	189	4,9	5
KA_02	1.720	60	28 (46%)	5 (8%)	300	7,9	5

Bei den im Herbst 2017 durchgeführten Befischungen wurden an beiden Gewässern Biomassewerte erhoben, die weit unter dem definierten ko-Kriterium liegen (Tabelle 16). Die Biomasse der Bachforelle beträgt im Fritzbach ca. 10 kg/ha in der Restwasserstrecke und 31 kg/ha in der Vollwasserstrecke. An der Kleinarler Ache wurden knapp 5 kg/ha in der Restwasserstrecke und 8 kg/ha in der Vollwasserstrecke erhoben.

In den zwischen 2008 und 2012 durchgeführten Befischungen lag der Wert der Bachforellenbiomasse am Fritzbach bei durchschnittlich etwa 100 kg/ha. In der Kleinarler Ache wurden Werte von im Schnitt etwa 80 kg/ha erreicht. Bei der für die Kollaudierung des KW Kleinarl durchgeführten Befischung im Herbst 2015 lag die Biomasse der Bachforelle (bis auf einen Abschnitt in der Vollwasserstrecke) bereits weit unter dem ko-Kriterium von 50 kg/ha (KÖR, 2015). Eine Bewertung der bestehenden Daten ist aufgrund des regelmäßigen Fischbesatzes an beiden Gewässern schwierig. Auffällig sind die bei fast allen Bestandserhebungen festgestellten Defizite in der Altersstruktur der Bachforelle – hier wurde mehrfach auf ein Fehlen einer ausgeprägten 0+ Klasse von Fischen hingewiesen. Der natürlich in den Gewässern reproduzierende Anteil an Fischen ist wohl geringer als die in den bestehenden Daten angegebene Anzahl an Fischen. Ein Grund hierfür ist einerseits sicherlich die fehlende strukturelle Ausstattung in den Gewässern, andererseits sind die Gewässer von einer hohen Geschiebedynamik geprägt. In den letzten Jahren ist darüber hinaus eine Zunahme von großen Hochwasserereignissen zu verzeichnen. Insbesondere bei fehlender oder eingeschränkter lateraler Konnektivität werden die Jungfischbestände der Bachforelle regelmäßig geschwächt.

Ausgehend von den Auswertungen der Herbst-Befischungen lässt sich die Größe der Bachforellenpopulation an den untersuchten Gewässern annähernd quantifizieren. Am Fritzbach reicht durch die eingeschränkte Konnektivität der dafür relevante Bereich von der Sohlschwelle unterhalb der Wasserfassung bis zum oberliegenden Kraftwerk Mann – insgesamt also rund 800 m des Fritzbaches, wovon 280 m der Restwasserstrecke zuzuschreiben sind. Insgesamt sind somit etwa 0,9 ha Lebensraum verfügbar. Demnach befinden sich im untersuchten Abschnitt in etwa 270 Bachforellen, wovon rund 170 Individuen den mindestens einjährigen Fischen zugeordnet werden können und ca. 80 Individuen den mindestens 2-jährigen.

In der Kleinarler Ache ist der zusammenhängende Fischlebensraum jedenfalls größer. Um den Fischbestand räumlich abzugrenzen, wird hier zur Quantifizierung des Gesamtbestandes von einem Abschnitt von 2 km flussauf bis 2 km flussab der Wasserfassung in Kleinarl ausgegangen. Der relevante Lebensraum umfasst somit etwas über 4 ha. Demnach befinden sich etwa 1.000 Bachforellen in diesem Abschnitt, wovon 600 Individuen zumindest ein Jahr alt sind (älter als 0+). Nur etwa 40 Fische würden Jahrgangsklassen von 2+ und älter angehören. Umgelegt auf die 800 m Lauflänge im Fritzbach würde dies an der Kleinarler Ache einen Wert von 135 Bachforellen (mind. 1+) ergeben.

Grundsätzlich befinden sich die Abundanz- und Biomassewerte in beiden Gewässern aktuell auf einem sehr niedrigen Niveau. Die Längenfrequenzdiagramme (Abbildung 52) zeigen aber, dass sowohl am Fritzbach als auch an der Kleinarler Ache eine natürliche Reproduktion

stattfindet. Die Wachstumsraten der juvenilen Bachforellen sind im Fritzbach aufgrund der Höhenlage und der damit verbundenen höheren Wassertemperatur im Frühjahr höher. So hat der 0+ Jahrgang der Bachforellen im Fritzbach im Oktober eine Länge von 70-130 mm während die 0+ Bachforellen in der Kleinarler Ache Längen von 50-110 mm aufweisen. Dieses Muster setzt sich auch im 1+ Jahrgang fort (130-220 mm im Fritzbach; 110-200 mm in der Kleinarler Ache).

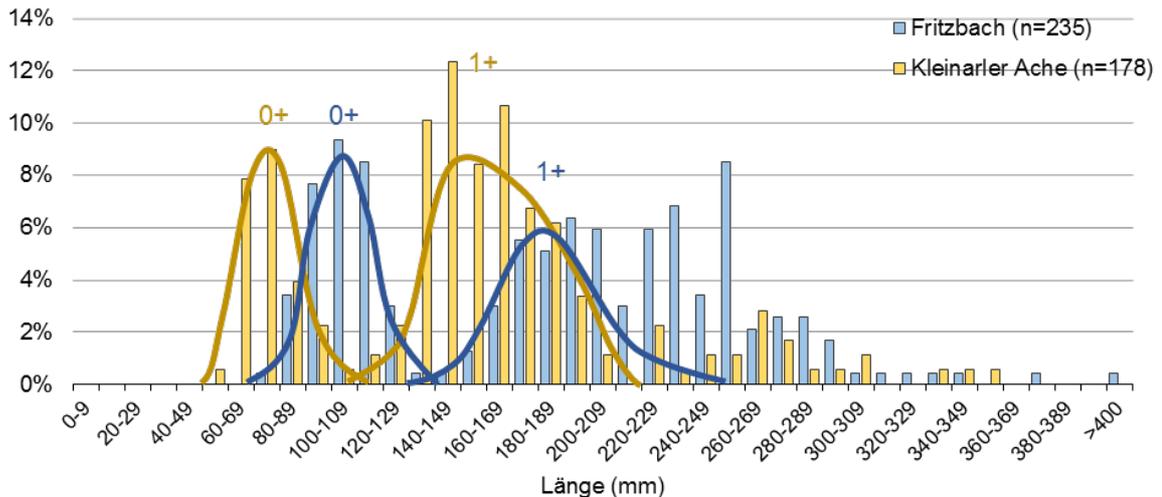


Abbildung 52: Längenfrequenzdiagramme und Jahrgänge der an Fritzbach und Kleinarler Ache gefangenen Fische.

In der Restwasserstrecke am Fritzbach ist die Anzahl der adulten Fische geringer als in der Vollwasserstrecke. Diese Tatsache spiegelt sich auch in den Biomassewerten wider, die in der Vollwasserstrecke etwa dreimal so hoch sind wie in der Restwasserstrecke, wenngleich immer noch auf niedrigem Niveau. Ein Mitgrund hierfür ist vermutlich die geringere Habitatverfügbarkeit für adulte Fische in der Restwasserstrecke. Gemäß Informationen der Betreiberfirma sowie des Amtes der Salzburger Landesregierung wurden im Rahmen des Monitorings während des Kollaudierungsverfahrens am Kraftwerk Fritzbach im Jahr 2018 aber leicht höhere Biomassewerte der Bachforelle festgestellt. Es ist möglich, dass die geringe Bestandsdichte der Bachforelle, die in der vorliegenden Untersuchung offensichtlich ist, teilweise die Folge eines großen Hochwasserereignisses im Jahr 2015 ist und eine Erholung der Bestände im Gange ist. Um dies zu verifizieren müssten aber jedenfalls Folgeuntersuchungen in naher Zukunft erfolgen.

In der Kleinarler Ache sind in der Restwasserstrecke weniger 0+ Fische gefangen worden als in der oberhalb der Wasserfassung liegenden Vollwasserstrecke. Große Fische (<200 mm) fehlen in der Restwasserstrecke allerdings gänzlich, weshalb auch der Biomassewert etwas

unter jenem der Vollwasserstrecke liegt. In der Kleinarler Ache lässt sich generell ein Defizit an adulten Fischen feststellen.

Im fischökologischen Leitbild ist neben der Leitart Bachforelle die Koppe genannt. Gemäß FIA-Auswertung wird die Koppe an der Kleinarler Ache als seltene Begleitart gelistet, während sie am Fritzbach als typische Begleitart angeführt wird. Im Zuge der in diesem Projekt durchgeführten Befischungen konnte lediglich eine Koppe in der Restwasserstrecke Fritzbach nachgewiesen werden. In den Befischungsdaten der letzten 11 Jahre wurden am Fritzbach vereinzelt Koppfen gefangen (0-5 Ind. je Befischungstermin). An der Kleinarler Ache wurde nur bei einer Befischung im Jahr 2009, die Koppe nachgewiesen. Allerdings in einer Strecke unterhalb des Wehrs Spannberg – rund 4 km unterhalb der Wasserfassung Kleinarl. Im Wasserbuch des Landes Salzburg wird für das Vorhandensein der Koppe im Leitbild eine Experteneinschätzung gefordert.

Aus Sicht der Autoren ist aufgrund der hohen Geschiebeführung sowohl im Fritzbach als auch der Kleinarler Ache in den Untersuchungsgebieten die Koppe als seltene Begleitart anzusehen. Der erhöhte Geschiebetrieb in Kombination mit einem regulierten Gewässerbett in den untersuchten Abschnitten wirkt sich wahrscheinlich auch negativ auf die Etablierung größerer Forellenbestände aus. Der jährliche Reproduktionserfolg bzw. der Erfolg des Aufwuchses juveniler Fische ist außerdem stark von der hydrologischen Situation im Untersuchungsjahr abhängig. So können sich etwa Hochwasserereignisse während der Inkubationszeit der Bachforelle (Winter & frühes Frühjahr) negativ auf die Anzahl der Jungfische auswirken, während ein Hochwasser im Spätherbst positive Folgen haben kann. Entsprechende Belege hierfür sind aus der niederösterreichischen Ois bekannt (Unfer et al., 2011). Sowohl im Fritzbach als auch in der Kleinarler Ache wurden in den letzten Jahren vermehrt massive Hochwasserereignisse und Mureneinstöße verzeichnet.

Die in den bestehenden Daten angegebenen Biomassewerte (bis über 200 kg/ha) sind jedenfalls mit Vorsicht zu betrachten. Da in beiden Gewässern seit vielen Jahren regelmäßig Fischbesatzmaßnahmen durchgeführt werden, lassen sich die Anteile jener Fische, die aus natürlicher Reproduktion dem Gewässer entstammen oft nicht klar von den besetzten Individuen trennen. In einigen der Erhebungen der vergangenen Jahre wird darauf auch konkret hingewiesen (z.B. Besatz von 200 kg Fisch im Fritzbach etwa 5 Monate vor der GZÜV-Befischung 2009). In vorliegendem Projekt wurden jene Fische, die im Herbst 2017 besetzt wurden, auch separat betrachtet bzw. ausgewertet. Manche der während der Elektrobefischung gefangenen Fische entstammen aber zu hoher Wahrscheinlichkeit auch Besatzmaßnahmen (aufgrund morphologischer Unterschiede im Flossenwuchs bzw. am Kiemendeckel erkennbar). Aufgrund unklarer Kriterien wurden jedoch alle während der Elektrobefischung gefangenen Fische als Wildfische bezeichnet. Die in den beiden Gewässern

besetzten Fische hatten (zumindest im Jahr 2017) Längen von im Mittel 300 mm. Im Fritzbach erreichten nur 7 während der Befischung gefangene Fische diese Länge (bzw. 3% aller Individuen). In der Kleinarler Ache erreichen nur vier Fische (2%) diese Länge. Das bedeutet, dass nur wenige Fische dieser Größenklassen im Gewässer auch entsprechenden Lebensraum vorfinden und der Großteil der Besatzfische somit nicht geeignet ist, die jeweiligen Bachforellenpopulationen zu stützen. Der Fischbesatz an Kleinarler Ache und Fritzbach dient somit ausschließlich fischereiwirtschaftlichen Interessen und hat keinen ökologischen Mehrwert. Im Zuge der Befischungen im März 2017 konnte, bis auf ein Individuum in der Kleinarler Ache, keiner der besetzten Fische mehr nachgewiesen werden. Diese Fische sind also im Laufe des Untersuchungszeitraumes (5 Monate) bereits größtenteils aus dem System verschwunden bzw. abgewandert. Ein Ausfang der Fische ist aufgrund der Schonzeit der Bachforelle (1.10.-28.02.) wohl zu vernachlässigen. Unter Berücksichtigung dieser Aspekte ist ein Fischbesatz, vor allem im Spätherbst, als in jeder Hinsicht ungünstig einzustufen.

Der aktuelle fischökologische Zustand ist gemäß Berechnung des Fisch Index Austria mit 5 – dem schlechten Zustand – zu bewerten. In den Restwasserstrecken sind die Defizite in der geringen Habitatverfügbarkeit für adulte Fische aufgrund der verminderten Wasserführung zu finden (bis zu 80% Wasserentnahme an der Wehranlage). Am Fritzbach spielt die Zerschneidung des Lebensraumes – es befinden sich wenige hundert Meter ober- und unterhalb der Wasserfassung nicht fischpassierbare Querbauwerke – wohl eine gewichtige Rolle. An der Kleinarler Ache sind im Nahbereich der Wasserfassung Kleinarl keine relevanten Querbauwerke vorhanden. Die morphologische Ausstattung des Gewässerbettes ist, obwohl grundsätzlich als naturnahe einzustufen, in beiden Gewässern durch eine technische Ufersicherung lateral eingeschränkt. Im Falle von Hochwasserereignissen gibt es starke Umlagerungsprozesse an der Gewässersohle. Gemäß Informationen der Kraftwerksbetreiber sind in den Einzugsgebieten der Gewässer in den letzten Jahren mehrere Verbauungen und Wildbachsperrern errichtet worden. Auch diese Tätigkeiten können sich negativ auf den Fischbestand auswirken. Stärkende Maßnahmen für die Bachforellenpopulationen im Fritzbach und der Kleinarler Ache sollten jedenfalls eine Förderung der natürlichen Reproduktion (Laich- & Jungfischhabitats) forcieren.

## 6.2 Bewertung der Wanderkorridore

Während für die flussauf-gerichtete Wanderung von Fischen an den untersuchten Gewässern ausschließlich die jeweiligen FAHs als Wanderkorridor genutzt werden können, stehen für eine flussab-gerichtete Wanderung an beiden Anlagen mehrere Korridore zur Verfügung. Um die Funktionalität der FAH als Aufstiegskorridor zu gewährleisten, ist vor allem eine permanente Dotation und regelmäßige Wartung bzw. Entfernung von etwaigen Verklausungen wichtig. Für die Abstiegskorridore sind die für die Ermöglichung des Fischabstiegs relevanten Parameter in der Folge angegeben.

### 6.2.1 Wanderkorridore am KW Fritzbach

- **FAH:** Die FAH wird ganzjährig mit 450 l/s dotiert und kann in unerwarteten Fällen (z.B. Absenkung des Staus) auch mit einer Notpumpe dotiert werden. Fische, die aus dem Oberwasser die Anlage überwinden wollen, müssen für einen Abstieg über die FAH die Einlauföffnung finden, die sich etwa 30 m flussauf der Wehrachse befindet.
- **Fischabstiegsklappe/Restwasserklappe:** Die Abstiegsklappe befindet sich auf Höhe der Wehrachse und wird im Regelfall mit etwa 150 l/s dotiert, um die behördliche Vorgabe der Dotation der Restwasserstrecke zu erfüllen (mind. 600 l/s inkl. FAH). Da gemäß Restwasservorgabe die Dotation der Restwasserstrecke 20% des natürlichen Zulaufes zur Wasserfassung beträgt, wird ab einem Zufluss von 3 m<sup>3</sup>/s zusätzlich Wasser über die Abstiegsklappe abgegeben (bis zu 1,1 m<sup>3</sup>/s). Da die Klappe permanent dotiert ist, steht sie auch als Wanderkorridor permanent zur Verfügung.
- **Wehrüberlauf:** Im Falle einer geöffneten Wehrklappe können Fische ungehindert dem Hauptstrom des Wassers folgen und über die Wehrachse absteigen. Das Wehr an der Wasserfassung Hütttau ist dabei einerseits spätestens ab einem Zufluss von ca. 6 m<sup>3</sup>/s überströmt (Ausbaudurchfluss + maximale Kapazität der FAH und Abstiegsklappe), weiters wird das Wehr zur Spülung des Stauraumes in unregelmäßigen Abständen abgesenkt (v.a. bei hoher Sedimentführung). Im Untersuchungszeitraum war ein Abstieg über das Wehr etwa 1-Mal wöchentlich möglich.
- **Turbine:** Am linken Gewässerrand zweigt oberhalb der Wehrachse die Wasserfassung zur Druckrohrleitung ab. Dieser Zulauf ist durch einen Louver geschützt, der einerseits als Grobrechen Geschwemmsel abhalten soll, aber auch als Verhaltensbarriere für abwanderwillige Fische dienen soll. Aufgrund der lichten Weite der Stäbe (15 cm) ist eine Passage für Fische aber physisch problemlos möglich. In die Wasserfassung eingewanderte Individuen treffen in weiterer Folge auf den Feinrechen der Druckrohrleitung (lichte Weite 20 mm). Fische am Rechen können, sofern ihre Schwimmleistung oder Fluchtreaktion nicht ausreicht, von der automatisch geregelten Rechenreinigung erfasst und über eine Spülrinne in die Restwasserstrecke gespült

werden. Fische, die den Feinrechen passieren – das sind potenziell Fische bis zu einer Körperlänge von 200 mm (53% der gefangenen Fische am Fritzbach erfüllen dieses Kriterium) – gelangen in die Druckrohrleitung und infolge auf die Turbine. Die Mortalität durch die Turbine kann aufgrund des hohen Druckes und der schnellen Drehzahl der eingebauten Pelton-Turbine mit 100% angenommen werden.

## 6.2.2 Wanderkorridore am KW Kleinarl

- **FAH:** Die FAH am Wehr Kleinarl kann zum Abstieg und Aufstieg genutzt werden. Aus dem Oberwasser kommend, müssen Fische die gegenüber der Wasserfassung und oberhalb der Wehrachse situierte Einstiegsöffnung finden. Die FAH ist ganzjährig mit 380 l/s dotiert und steht somit permanent als Wanderkorridor zur Verfügung.
- **Fischabstiegs-/Restwasserklappe:** Die an der Wehrachse auf orografisch rechter Flussseite eingebaute Restwasserklappe wird gemäß Betriebsordnung nicht permanent dotiert. Als Basisdotation der Restwasserstrecke werden 380 l/s über die FAH abgegeben. Ab einem Zufluss von 1,9 m<sup>3</sup>/s wird Wasser über die Klappe abgegeben. Dieser Wert wurde im Jahr 2017 an knapp 240 Tagen überschritten. Im Rahmen der für dieses Projekt durchgeführten Untersuchungen wurde mit dem Betreiber des Kraftwerks eine permanente Dotation der Abstiegsklappe vereinbart, sodass die Klappe im Versuchszeitraum durchgehend passierbar war.
- **Wehrüberlauf:** Das Wehr an der Wasserfassung der Kleinarler Ache wird ab einem Zufluss von etwa 3,5 m<sup>3</sup>/s überströmt (maximale Kapazität FAH+Restwasserklappe+Turbine unter Berücksichtigung der Restwasservorgabe von 20% des Zuflusses). Betriebsbedingt wird das Wehr vor allem in Phasen erhöhten Geschiebeaufkommens regelmäßig abgesenkt. Bei abgesenktem Wehr ist die Anlage frei passierbar. Im Untersuchungszeitraum wurde das Wehr an 70 Tagen zumindest teilweise überströmt, wobei zwischen Oktober und Anfang Jänner das Wehr an 12 Tagen überströmt bzw. abgesenkt war. Zwischen April und Mai war das Wehr durchgehend passierbar.
- **Turbine:** Fische, die den Grobrechen an der Wasserfassung Kleinarl passieren, gelangen nach Durchschwimmen des Sandfanges zum Feinrechen. Der vertikale Rechen hat eine lichte Weite von 20 mm und wird mit einer automatischen Reinigungsanlage von Geschwemmsel freigehalten. Potenziell können Fische, die kleiner sind als 200 mm, den Feinrechen passieren. Diese gelangen danach in die Druckrohrleitung und in weiterer Folge zu den Turbinen. Am Wasserkraftwerk Kleinarl sind zwei Francis-Turbinen verbaut, die Druckrohrleitung hat eine Länge von etwa 4 km und eine Fallhöhe von 71,7 m. Eine Turbinenpassage ist aufgrund des hohen Druckes mit sehr hohen Schädigungsraten bzw. letalen Folgen verbunden.

### 6.3 Beurteilung der Fischwanderungen an Fritzbach und Kleinarler Ache

Im Zuge der Untersuchungen an beiden Kraftwerksstandorten wurden hinsichtlich des Fischeaufstiegs ähnliche Ergebnisse erzielt (Tabelle 17). An beiden Anlagen wanderten rund 30% der Individuen aus der Restwasserstrecke über die FAH ins Oberwasser.

Der Anteil der aufsteigenden Wildfische ist insgesamt am Fritzbach mit 22% etwas höher als an der Kleinarler Ache (18%). An der Kleinarler Ache wurden jedoch kaum 0+ Fische markiert. Berücksichtigt man am Fritzbach auch nur jene Altersklassen, die an der Kleinarler Ache markiert wurden (1+ und älter), liegt der Anteil an Aufsteigern bei 27%. Für aus der Restwasserstrecke aufsteigende Fische liegt der Anteil der Aufsteiger für Fische >130 mm sogar bei 42%. Während für die markierten 0+ Fische also eine geringere Wanderaktivität festgestellt wurde, bildeten sich bei den restlichen Größenklassen keine Unterschiede ab. Grundsätzlich sind sämtliche Größenklassen der Bachforelle in der Lage die FAH zum Aufstieg zu überwinden.

Tabelle 17: Anzahl, Anteil und Größen der Aufsteiger im Verhältnis zu markierten Individuen für Fritzbach und Kleinarler Ache. (FB=Fritzbach, KA=Kleinarler Ache; B=Besatzfische, W=Wildfische, G=Gesamt)

	FB_B	FB_W	FB_G	KA_B	KA_W	KA_G
<b>Aufsteiger (in % von markierten Fischen)</b>	15 (14%)	49 (22%)	64 (19%)	5 (4%)	25 (18%)	30 (11%)
<b>mittl. Fischlänge in mm ±Stabw</b>	305±52	192±69	229±83	296±38	175±54	233±77
<b>Aufsteiger aus der Restwasserstrecke</b>		29 (30%)	29 (30%)		11 (32%)	11 (32%)
<b>mittl. Fischlänge in mm ±Stabw</b>		170±62	170±62		151±41	151±41

Zentraler Forschungsschwerpunkt der Fallstudien an Fritzbach und Kleinarler Ache waren aber vielmehr die flussab-gerichteten Wanderungen. In Bezug auf die Nutzung verschiedener Abstiegskorridore zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den beiden untersuchten Anlagen (Tabelle 18). Die Gesamtzahl der Absteiger ist mit 64 Individuen am Fritzbach und 67 Individuen an der Kleinarler Ache nahezu ident. Am Fritzbach waren darunter aber deutlich mehr Wildfische (40 Ind. bzw. 63%) als an der Kleinarler Ache (27 Ind. bzw. 43%).

In Relation zur Anzahl an markierten Fischen ist der Anteil der detektierten Individuen am Fritzbach (18%) etwas geringer als an der Kleinarler Ache (21%). An der Wasserfassung Hütttau wurden in der FAH bzw. als Absteiger über das Wehr 41 bzw. 39 Fische registriert. An

der Abstiegsklappe wurden 13 Fische registriert. Der Anteil der Wildfische liegt dabei bei 60-70%. Diese Fische steigen insgesamt 113 Mal ab und sind damit deutlich „wanderfreudiger“ als die besetzten Individuen (34 Abstiege von 24 Individuen). In 9% der Fälle wählen Wildfische die Abstiegsklappe zur Überwindung der Wehranlage. In 44% der Fälle wandern diese über das geöffnete oder abgesenkte Wehr ab, zu 47% wandern sie über die FAH ins Unterwasser.

An der Kleinarler Ache wählen die absteigenden Wildfische zu jeweils 35% die Abstiegsklappe bzw. die FAH, zu 30% den Wehrüberlauf. Insgesamt stiegen 40 Individuen über die Abstiegsklappe ab, wovon allerdings 27 aus dem Herbstbesatz stammen. 23 Fische stiegen über die FAH ab, 10 über das Wehr. Die Besatzfische nutzen die Abstiegsklappe häufiger als die Wildfische, wobei hier zu beachten ist, dass die Besatzfische fast allesamt bereits wenige Tage nach dem Besatz abgewandert waren. Diese Fische wurden während der Freilandarbeiten am Tag nach deren Besatz im Staubereich (Bereich ohne Fließgeschwindigkeit) direkt oberhalb des Wehrs beobachtet.

Tabelle 18: Abstiegszahlen und Anteil an Absteigern je Wanderkorridor an Fritzbach und Kleinarler Ache. Berücksichtigt wurden hier Daten aus dem PIT-Monitoring sowie der Wiederfänge durch Elektrobefischung.

	Korridor	Anzahl Absteiger (davon Wildfische)	In % markierter Individuen (Wildfische)	Anzahl registrierter Abstiege (davon Wildfische)	Registrierte Abstiege in % aller Abstiege
Fritzbach	Wehr	41 (29)	12 (13)%	64 (50)	44 (44)%
	FAH	39 (26)	12 (12)%	68 (53)	46 (47)%
	Klappe	13 (8)	4 (4)%	15 (10)	10 (9)%
	<b>Gesamt</b>	<b>64 (40)</b>	<b>19 (18)%</b>	<b>147 (113)</b>	<b>100%</b>
Kleinarler Ache	Wehr	10 (9)	4 (7)%	13 (11)	17 (30)%
	FAH	23 (12)	9 (9)%	25 (13)	32 (35)%
	Klappe	40 (13)	15 (9)%	40 (13)	51 (35)%
	<b>Gesamt</b>	<b>67 (29)</b>	<b>25 (21)%</b>	<b>78 (37)</b>	<b>100%</b>

Auch bei den Wildfischen wird die Abstiegsklappe an der Kleinarler Ache deutlich häufiger zum Abstieg genutzt als am Fritzbach. Die FAH ist mit 47% der detektierten Abstiege am Fritzbach und 35% der Abstiege an der Kleinarler Ache jedenfalls ein für den Fischabstieg bedeutender Wanderkorridor. Der Abstieg über das Wehr wurde am Fritzbach häufiger nachgewiesen. Die Nutzung dieses Korridors muss allerdings mit Vorsicht bewertet werden, da ein Nachweis des Abstieges über das Wehr nur durch spätere Registrierung an einer

Antenne möglich ist und somit der Anteil an Absteigern potenziell noch höher ist, als in den Ergebnissen angegeben.

An der Kleinarler Ache steigen nur wenige Fische mehrfach über die Anlage ab (37 Abstiege von 29 Fischen). Die FAH und die Abstiegsklappe werden dabei von 9% der markierten Individuen genutzt, der Wehrabstieg von 7%. Am Fritzbach finden nur 4% der markierten Individuen die Abstiegsklappe bzw. steigen über diese ab. Die FAH und das Wehr werden von 12 bzw. 13% der Fische aufgefunden.

Insgesamt steigen rund 20% der markierten Fische über die untersuchten Anlagen in das Unterwasser ab. Betrachtet man am Fritzbach nur den Anteil der mindestens einjährigen Fische – also jenen Anteil, der auch an der Kleinarler Ache markiert wurde - steigt der Anteil der Absteiger von 18 auf 22% und ist somit nahezu ident zum Wert für die Kleinarler Ache. Während dieser Anteil an beiden untersuchten Gewässern also gleich ist, wurden am Fritzbach (2,8 Abstiege/Individuum) deutlich mehr Fischabstiege verzeichnet als an der Kleinarler Ache (1,3 Abs./Ind.). Ein Grund hierfür ist möglicherweise das deutlich schlechtere Kontinuum des Fritzbaches. An der Kleinarler Ache können Fische problemlos auch weiter flussauf oder flussab liegende Bereiche erreichen. Am Fritzbach ist durch das Tiroler-Wehr nur 500 m oberhalb der Wasserfassung Hüttau die Durchwanderbarkeit deutlich eingeschränkt. Andererseits ist für Fische, die am Fritzbach über die unter der Wasserfassung liegende Sohlschwelle abwandern, ein Wiederaufstieg zur Wasserfassung nicht möglich.

### **6.3.1 Effizienz unterschiedlicher Wanderkorridore**

Auf folgenden Seiten sollen die einzelnen Wanderkorridore, die zum Abstieg genutzt wurden hinsichtlich ihrer Effizienz bewertet werden. Dabei spielt neben der tatsächlichen Nutzung durch die abgestiegenen Bachforellen auch die Verfügbarkeit der Wanderkorridore im jährlichen Verlauf eine Rolle. Soweit möglich, sollen die Ergebnisse der beiden Fallstudien auch auf weitere, ähnliche Anlagen übertragen werden können. Insofern müssen alle an einem Standort zur Verfügung stehenden Korridore mitbedacht werden.

#### **6.3.1.1 Wehrabstieg**

Das überflossene oder abgesenkte Wehr ist an beiden Standorten ein relativ häufig genutzter Korridor (44% der Abstiege am Fritzbach, 30% der Abstiege an der Kleinarler Ache), vor allem unter der Annahme, dass vermutlich noch mehr Fische diesen Korridor nutzen, dies aber mit den angewendeten Methoden nicht nachweisbar ist. An den Untersuchungsstandorten ist die relativ häufige Öffnung des Wehrs ein für den Fischabstieg sicherlich fördernder Faktor. Bei

abgesenkter Wehrklappe ist dieser Wanderkorridor für einen Fischabstieg auch der augenscheinlich natürlichste (siehe Abbildung 53).



Abbildung 53: Situation bei abgesenktem Wehr an Fritzbach (rechts) und Kleinarler Ache (links).

Grundsätzlich steigt mit der Dauer der Überströmung des Wehrs natürlich auch die Wahrscheinlichkeit, dass Fische darüber abwandern. Weiters ist die Frequenz der Öffnungen (im jahreszeitlichen Verlauf) relevant. An den untersuchten Anlagen war das Wehr im Jahresverlauf 2017 regelmäßig geöffnet (etwa wöchentlich). Die Dauer und Frequenz der Verfügbarkeit des Abwanderkorridors über ein Wehr ist allerdings stark vom Standort- und auch von den hydrologischen Verhältnissen abhängig.

Neben einem vollständigen Absenken der Wehrklappe (wie auf Abbildung 53 zu sehen) öffnet ein teilweises Überströmen des Wehrs bei höheren Wasserständen ebenfalls einen Wanderkorridor. Fische müssen in diesem Fall über die Höhe des Wehrs ins Unterwasser abwandern. Dabei ist die Ausformung des Tosbeckens von entscheidender Bedeutung. Über die gesamte Wehrbreite muss dabei eine der Wehrhöhe angepasste Wassertiefe gegeben sein. An den untersuchten Standorten ist dies mit einer Wassertiefe von etwa 1,5 m unterhalb des Wehrs aus Sicht der Autoren jedenfalls ausreichend, um über das Wehr abwandernden Fischen eine verletzungsfreie Passage zu ermöglichen.

### 6.3.1.2 FAH-Abstieg

Die FAH wird verhältnismäßig häufig als Abstiegskorridor genutzt. Knapp die Hälfte aller Abstiege am Fritzbach und gut ein Drittel der Abstiege an der Kleinarler Ache finden über diesen Korridor statt. An den untersuchten Standorten steigen über die FAHs etwa halb so viele Fische ab wie auf. Dies ist insofern beachtlich als dass die FAHs grundsätzlich nicht für den Fischabstieg konzipiert wurden und insbesondere die oberwasserseitigen Einstiege bzw. Dotationsöffnungen hinsichtlich des Abstiegs nicht optimal platziert sind. An beiden Anlagen ist der oberwasserseitige Ausstieg (bzw. im Falle eines Abstiegs der Einstieg) gegenüber der

Wasserfassung und oberhalb der Wehrachse situiert. Grundsätzlich wäre ein Einstieg aus dem Oberwasser möglichst nahe der Wehrachse günstiger, wobei sich dies aus baulich-technischer Sicht an manchen Standorten schwierig realisieren lässt bzw. dieser Bereich für den Aufstieg nicht optimal ist. Im Falle der untersuchten Anlagen wurden die FAHs so konzipiert, dass aufsteigende Fische nicht in den Staubereich mit geringer bis keiner Strömung aufsteigen, sondern bis in die Stauwurzel geleitet werden, in der bereits etwas erhöhte Fließgeschwindigkeiten vorliegen.

Die Dotationsöffnungen der FAHs sind sohlbündig an die Gewässersohle angeschlossen, die Oberkante ist am Fritzbach 40 cm, an der Kleinarler Ache 70 cm unter den Wasserspiegel getaucht. Grundsätzlich wäre eine Öffnung über die gesamte Wassersäule günstig, da dadurch auch nahe der Oberfläche schwimmende Fische den Einstieg nutzen könnten. Hier ergäbe sich aber ein deutlicher Mehraufwand in der Wartung der FAH, da durch die oberflächliche Anbindung höhere Mengen an Treibgut in die FAH eingespült würden und so das Risiko von Verklausungen deutlich höher wäre.

An der FAH der Wasserfassung Kleinarl wurden im Herbst 2015 (Mitte Oktober bis Ende Dezember) im Zuge der Kollaudierung der Anlage Untersuchungen zur Fischwanderung mittels einer Überwachungskamera vorgenommen (KÖR, 2015). Davor wurden sowohl in der Restwasserstrecke als auch der Vollwasserstrecke Fische gefangen, mittels Flossenschnitt markiert und anschließend am unteren Ende der Restwasserstrecke ausgesetzt (3,8 km unterhalb der Wasserfassung). Insgesamt wurden 149 Bachforellen mit Längen zwischen 60 und 550 mm ausgesetzt. Zwischen Oktober und Dezember wurden je 29 aufwandernde und 29 abwandernde Bachforellen in der FAH detektiert. Die Wanderaktivität war dabei über alle Altersklassen relativ homogen verteilt. Die 29 detektierten Absteiger wurden über den gesamten Untersuchungszeitraum verteilt beobachtet. 16 der 29 dokumentierten Absteiger im Herbst 2015 entstammten den 149 markierten Fischen (10%). Der Anteil der Absteiger über die FAH ist damit annähernd gleich zur aktuellen Untersuchung (12 Absteiger über die FAH von 137 markierten Individuen).

Aus Sicht der Autoren ist es wichtig, eine Abstiegsmöglichkeit über die FAH schon in der Planungsphase mitzudenken. So könnten sich an manchen Standorten eventuelle bauliche Synergien mit Restwasser – oder Abstiegsklappen ergeben, die in die FAH einmünden (vgl. auch Abbildung 57). An vielen Kraftwerksstandorten ist, sofern vorhanden, die FAH der einzig permanent verfügbare Wanderkorridor, der einen verletzungsfreien Abstieg von Fischen erlaubt.

### 6.3.1.3 Abstiegsklappe

An beiden untersuchten Standorten wurden die Abstiegsklappen mit PIT-Antennen überwacht und darüber absteigende Individuen detektiert. Auffallend war die weitaus geringere Nutzung der Abstiegsklappe am Fritzbach im Vergleich zur Kleinarler Ache. Am Fritzbach steigen insgesamt 13 Individuen, an der Kleinarler Ache 40 über die Klappe ab. Zwar stellen die Besatzfische an der Kleinarler Ache einen Großteil der Absteiger über die Klappe dar (27 Ind.), aber auch von den Wildfischen steigen an der Kleinarler Ache mehr Individuen über die Klappe ab als am Fritzbach (13 Ind. gegenüber 8 Ind.). Gemessen an der gesamten Abstiegsaktivität an den untersuchten Standorten finden am Fritzbach 9% der Abstiege über die Klappe statt, an der Kleinarler Ache 35%.

Diese Ergebnisse sind ein starkes Indiz dafür, dass die Klappe an der Kleinarler Ache besser angenommen wird als jene am Fritzbach. Ein Grund hierfür ist wohl die Position der Abstiegsklappe. An beiden Standorten ist die Klappe in der Wehrachse positioniert. An der Kleinarler Ache ist diese jedoch bündig am Gewässerrand in direkter Fluchtlinie zur Wasserfassung bzw. dem Grobrechen gelegen. Am Fritzbach wird die Klappe durch die Versetzung von rund 1,5 m in Richtung Flussmitte sowie den vor der Klappe situierten Zulaufkanal von abwanderwilligen Fischen wahrscheinlich schlechter aufgefunden. Fische, die entlang der Wehrachse eine Abstiegsmöglichkeit suchen, müssen am Fritzbach etwa 2 m zurückschwimmen um in den 60 cm breiten Kanal hineinschwimmen zu können. Obwohl dies physiologisch natürlich problemlos möglich ist, wird die Selektivität der Klappe dadurch erhöht.



Abbildung 54: Positionierung der Abstiegsklappen am Fritzbach (links) und Kleinarler Ache (rechts).

Im Verhältnis zur Wassermenge, die über die Abstiegsklappen abgegeben wird, sind die Abstiegszahlen aber durchaus positiv zu bewerten. An beiden Standorten beträgt die

Dotation der Klappen im Untersuchungszeitraum nur etwa 25-35% jener der FAH. An der Kleinarler Ache ist die Abstiegsklappe damit bei weitem der effizienteste Abwanderkorridor. Am Fritzbach entspricht die Effizienz der Abstiegsklappe in etwa jener der FAH – im Verhältnis zur abgegebenen Wassermenge steigen etwa gleich viele Fische über beide Korridore ab. Hinsichtlich der Gesamtabstiege ist am Fritzbach aber die FAH effizienter (5-mal so viele Abstiege bei etwa 3-facher Dotationswassermenge).

Eine Leitwirkung des Louvers konnte durch die Ergebnisse dieses Projekts nicht belegt werden. Allerdings soll hier festgehalten werden, dass eine potenzielle Leitwirkung nur in Kombination mit einer erhöhten Abstiegsrate über die Klappe am Fritzbach nachweisbar wäre. Es ist also durchaus möglich, dass der am Fritzbach angebrachte Louver eine bessere Leitwirkung als der „herkömmliche“ Grobrechen an der Kleinarler Ache hat. Anhand von Beispielen aus der Literatur ist dies auch naheliegend. Ob oder inwieweit die Bachforellen in den am Fritzbach vorkommenden Größenklassen vom Louver von einer Passage der Wasserfassung abgehalten werden, bleibt jedoch offen. Eine Beobachtung von Fischen mittels Sonar-Kamera war am Fritzbach angedacht, konnte aber aufgrund der extremen hydraulischen Bedingungen und dem damit verbundenen Aufwand für die Verankerung des Geräts nicht durchgeführt werden.

### **6.3.2 Bewertung des Fischabstiegs**

An beiden untersuchten Gewässern ist die Bachforelle die klar dominierende Fischart. Bei den für dieses Projekt durchgeführten Bestandsaufnahmen hatte die Bachforelle eine Dominanz von 99%. Die Bachforelle ist als Zielart der durchgeführten Fallstudie von besonderer Bedeutung, da das Abstiegsverhalten der Bachforelle für viele Gewässer in Österreich und somit auch für viele Kraftwerksstandorte Relevanz hat. Bei etwas mehr als 20% der markierten Bachforellen konnte an den untersuchten Anlagen ein Fischabstieg beobachtet werden. Grundsätzlich wurden Abstiege aller Altersklassen erfasst, wobei juvenile Fische (0+ Jahrgang) in geringeren Zahlen ab- aber auch aufstiegen. Die Nutzung der FAH als Wanderkorridor ist dabei ein zentraler Punkt. Rund 10% der markierten Individuen stiegen zumindest einmal über die FAH ab. Die Abstiegsklappe wird an der Kleinarler Ache ebenfalls von knapp 10% der markierten Bachforellen genutzt, am Fritzbach nur von 4%.

Weiters wurde bei der durchgeführten Fallstudie ein Fischabstieg über das Wehr bei Wehrüberlauf bzw. Absenkung der Wehrklappe dokumentiert. 13% der markierten Fische am Fritzbach und 7% der markierten Fische an der Kleinarler Ache stiegen zumindest einmal über das Wehr ab. Da ein Wehrabstieg aber nur durch anschließenden Wiederfang oder Detektion des Fisches belegt werden kann, liegt die Zahl jener Fische, die tatsächlich über das Wehr

abgestiegen sind, wohl über den angegebenen Werten. Die Effizienz des Wehrüberlaufes als Wanderkorridor bleibt somit ungeklärt.

Weiters zeigen die Ergebnisse, dass eine Detektion von Fischen, bzw. die generelle Wanderaktivität von Fischen, vor allem in jenen Phasen beobachtet wurde, in denen erhöhte Abflüsse gemessen wurden. Insbesondere am Fritzbach konnte ein deutlicher Zusammenhang zwischen erhöhten Restwasserabflüssen und Auf- sowie Abstiegen von Fischen nachgewiesen werden. An der Kleinarler Ache wurden die meisten Detektionen bereits kurz nach Beginn des Monitorings verzeichnet. Ein Zusammenhang mit der Abflusssituation ist daher weniger ausgeprägt. Allerdings wurde in der Kleinarler Ache die Restwasserstrecke (im Untersuchungszeitraum) auch weniger dynamisch dotiert.

Aufgrund der Tatsache, dass bei der Befischung im Frühjahr 2018 nur mehr wenige der markierten Fische im Oberwasser der beiden Anlagen gefangen werden konnten, ist eine Abwanderung (sowohl flussauf als auch flussab) weiterer, nicht im Monitoring registrierter Individuen wahrscheinlich. Diese Fische könnten an der Kleinarler Ache auch in weiter flussauf liegende Bereiche gewandert sein, am Fritzbach ist dies durch das unpassierbare Wehr knapp oberhalb der Wasserfassung Hütttau aber ausgeschlossen. Der Anteil von Fischen, die über die Anlage abgestiegen sind, aber nicht registriert wurden, könnte einerseits über das Wehr, andererseits auch über die Turbine abgewandert sein. Durch die abschließenden Elektrobefischungen konnten am Standort Fritzbach drei Wehrabsteiger identifiziert werden, die nicht im Rahmen des PIT-Monitorings detektiert wurden. An der Kleinarler Ache waren dies vier Individuen. Angesichts der generell geringen Wiederfangrate (11 Individuen am Fritzbach; 15 a. d. Kleinarler Ache), ist dies jedenfalls ein Indiz für eine stärkere Nutzung des Abwanderkorridors über das Wehr.

Der Anteil jener Fische, die eventuell durch den Grobrechen, den Sandfang und den Feinrechen schwimmen und anschließend die Turbine passieren, wurde in diesem Projekt nicht erhoben.

An den untersuchten Anlagen werden alle angebotenen Wanderkorridore auch zum Fischabstieg genutzt. Die beobachteten Abstiege sind vor allem am Fritzbach nicht die direkte Folge einer zielgerichteten Wanderung, sondern vielmehr Teil des natürlichen Bewegungsmusters der Bachforellen am Standort. Jene Fische, die detektiert wurden, stiegen durchwegs mehrfach über die Anlage auf und ab. An der Kleinarler Ache wurden deutlich weniger intensive Wanderungen beobachtet, die Gesamtzahl der abgestiegenen Fische ist jener des Fritzbaches aber sehr ähnlich.

## 6.4 Empfehlungen und Schlussfolgerung

Aus der Gesamtanalyse der Fallstudie Salzburg ergibt sich aus Sicht der Autoren zum Fischabstieg eine Reihe von Empfehlungen bzw. Varianten, die nachfolgend am Beispiel des KW Fritzbach erläutert werden, aber auch stellvertretend für andere/ähnliche Standorte stehen können. Diese Empfehlungen ergeben sich aus ökologischen Aspekten und werden hier ohne Berücksichtigung einer technischen Machbarkeitsanalyse dargestellt.

### Versetzung der Abstiegsklappe an den Gewässerrand

Eine Fischabstiegsklappe sollte, um in Kombination mit einem Leitelement (z.B. Rechen) effizient zu funktionieren, bündig an die Gewässerkante positioniert werden (z.B. in Fluchtachse eines Leitrechens, Feinrechens, o.ä.). Weiters sollte eine Abstiegsklappe sohlbündig angeschlossen bzw. angerampt sein, um bodenorientierten Fischen/Fischarten ein Auffinden des Korridors zu erleichtern. Generell sollten Fischabstiegshilfen frei auffindbar sein – d. h. in Fließrichtung am Ende eines Bauwerks platziert werden und keine lateralen Hindernisse (Betonwände) aufweisen, wie das aktuell am Fritzbach der Fall ist. In Abbildung 55 ist diese Variante für das KW Fritzbach skizziert. Eine Abstiegsklappe sollte zudem permanent dotiert werden, da Fische grundsätzlich das ganze Jahr über wandern. Ausnahmen hierzu wären je nach hydrologischer Situation oder Fischregion standortabhängig zu klären.



Abbildung 55: Variante zur Optimierung der Abstiegsklappe durch Versetzung an den Gewässerrand und Entfernung von Barrieren (Betonwand) entlang der Wehrachse.

## Versetzung der Abstiegsklappe zum Feinrechen

Die Abstiegsklappe hätte am Fritzbach auch direkt beim Feinrechen, also vor Beginn der Druckrohrleitung angebracht werden können. Hierfür wäre am Beispiel Fritzbach der Einbau eines horizontal zur Fließrichtung (in spitzem Winkel) geneigten Feinrechens mit horizontal angeordneten Rechenstäben optimal (vgl. Abbildung 56). Dieser Feinrechen würde eine optimale Leitwirkung für Fische in Richtung Abstiegsklappe erreichen, müsste jedoch in Anbetracht der Größenverteilung der Bachforelle mit noch geringerer lichter Weite ausgeführt werden, um auch kleinere Individuen vor einer Passage des Feinrechens zu schützen. Am Ende des Feinrechens könnte die Abstiegsklappe (oder andere Varianten von Abstieghilfen) positioniert werden, die auch den Abtransport des am Rechen anfallenden Treibgutes (in Kombination mit einer Reinigungsanlage) erlaubt. In der Restwasserstrecke müsste ein Kolk ausgeformt werden, um einen verletzungsfreien Abstieg zu ermöglichen.

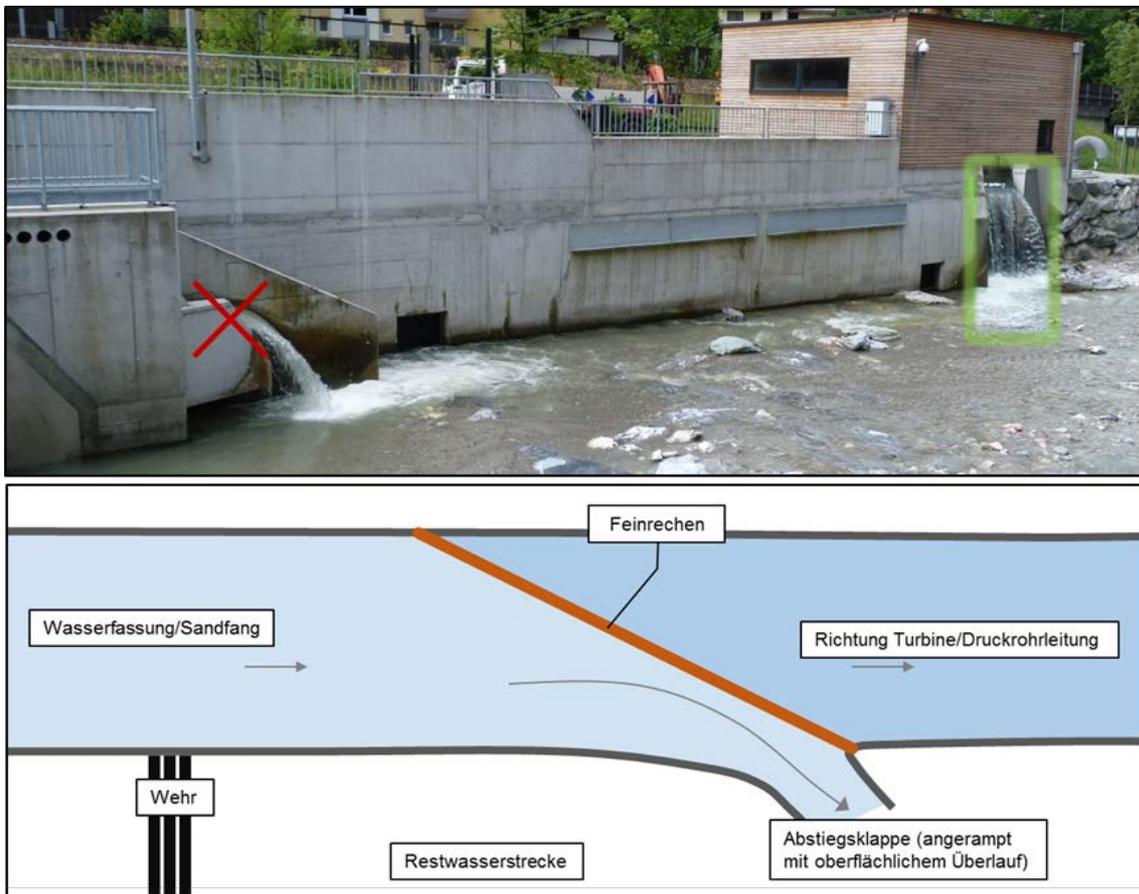


Abbildung 56: Variante zur Verlegung der Abstiegsklappe an das Ende des Feinrechens bzw. der Wasserfassung (oben) und damit verbundene optimale Ausrichtung des Feinrechens in der Aufsicht (unten).

Der Vorteil dieser Variante bestünde in einer Ermöglichung des Fischabstiegs auch für Fische die den Grobrechen (oder Louver) passieren und bis zum Feinrechen vordringen. Um auch

Fischen direkt am Wehr einen Abstieg zu ermöglichen, müsste allerdings auch dort eine an den Grobrechen anschließende Abstiegsöffnung angebracht werden.

### **Zusatzdotation der FAH zur Ermöglichung eines Fischabstiegs auf Höhe des Wehrs**

Um Fischen eine bessere Auffindbarkeit der FAH als Abstiegskorridor zu ermöglichen, könnte ein zweiter Einstieg nahe/an der Wehrachse positioniert werden. Dafür würde zusätzlich zum flussauf des Wehrs vorhandenen FAH-Einstieges eine Dotationsöffnung/Abstiegsklappe einen Fischabstieg über die FAH ermöglichen (Abbildung 57). Aufgrund der erhöhten Wassertiefe im Staubereich müsste die Gewässersohle in Richtung der Öffnung angerammt werden um die Auffindbarkeit zu gewährleisten. Im Optimalfall sollte eine Abstiegsöffnung über die gesamte Wassertiefe reichen (schlitzförmige Öffnung). Aufgrund des hohen Treibguteintrages bei oberflächlicher Anbindung könnte die Öffnung auch knapp unter der Wasseroberfläche positioniert werden.

In der FAH müssten im Bereich der Einmündung dieser Zusatzdotation die Becken entsprechend größer dimensioniert werden. Die Funktionalität der FAH darf jedenfalls nicht beeinträchtigt werden.



Abbildung 57 Variante zur Dotation der FAH mittels Abstiegsklappe bei gleichzeitiger Reduktion der Dotationsmenge beim ursprünglichen Einstieg.

## Management des Wehrüberlaufs

Um den Abwanderkorridor über das (teilweise) geöffnete Wehr regelmäßiger nutzbar zu machen, könnte eine in periodischen Abständen durchgeführte Absenkung der Wehrklappe betrieblich festgelegt werden. An den beiden untersuchten Anlagen ist aufgrund der Geschiebe- und Abflusssituation eine Wehröffnung jedenfalls in unregelmäßigen Abständen notwendig und für den Fischabstieg günstig. Auch an anderen Standorten könnte durch Staulegungen die Nutzbarkeit des Korridors erheblich erhöht werden. Voraussetzung für so eine Maßnahme ist einerseits eine regelbare Wehrklappe, andererseits aber auch eine entsprechende Gestaltung des Tosbeckens (ausreichende Wassertiefe). Um den KW-Betrieb (Erzeugung) nicht wesentlich zu beeinflussen, könnten solche starke Wehrabsenkungen generell v. a. zu Zeiten natürlicher Überwasserführung erfolgen. Da die Absenkung eines Wehrs unweigerlich eine Erhöhung des Abflusses in der Strecke unterhalb zur Folge hat, können sich Staulegungen natürlich auch negativ auf Fischbestände auswirken, insbesondere dann wenn z.B. in einer Restwasserstrecke Laichplätze der Bachforelle vorhanden sind bzw. sich die Eier oder Larven der Bachforelle in der Entwicklungszeit befinden. Managementmaßnahmen, eine gezielte Wehrabsenkung betreffend, sollten dementsprechend immer auf die lokale Fischfauna und die Habitatverhältnisse abgestimmt werden.

Aus Sicht der Autoren ist ein schadloser Fischabstieg an den Kraftwerken Fritzbach und Kleinarl aus heutiger Sicht grundsätzlich gewährleistet. Der Anteil der Fische, die den Feinrechen und anschließend unweigerlich die Turbine passieren, ist allerdings nicht bekannt. Während eines Zeitraumes von sieben Monaten konnte belegt werden, dass zumindest ein Anteil von 20% der Bachforellenpopulation über die Wehranlagen absteigt. Potenziell ist der Anteil der abwandernden Fische aufgrund der nicht vollständigen Erfassung aller Wanderkorridore noch höher einzuschätzen. Im Untersuchungszeitraum sind keine hydrologischen Extremereignisse aufgetreten. Im Hochwasserfall könnte der Anteil abwandernder Fische noch deutlich höher liegen. Aufgrund der mehrfachen Registrierung von Auf- und Abstiegen einzelner Individuen wird ersichtlich, dass Fische in ihrem angestammten Lebensraum generell/ganzjährig zumindest kleinräumige Wanderungen durchführen.

Die Ermöglichung eines schadlosen Fischabstieges ist also jedenfalls sicherzustellen, um negative Auswirkungen durch den Betrieb eines Wasserkraftwerks zu reduzieren.

Die Bachforellenbestände an beiden untersuchten Gewässern sind aktuell sehr klein und zusätzlich durch Fischbesatz beeinflusst. Eine intakte Wildfischpopulation, von deren Wanderungs- bzw. Abstiegsverhalten auf Gewässer(abschnitte) mit Wildfischen geschlossen werden kann, liegt in den beiden Gewässern nur eingeschränkt vor. Der direkte Einfluss der

beiden errichteten Kraftwerke auf natürliche Bachforellenbestände ist durch die Unsicherheiten in älteren Bestandsaufnahmen, v. a. in Hinblick auf den regelmäßig durchgeführten Fischbesatz und die bestehenden Lebensraumdefizite daher auch schwierig zu beurteilen. Weiters bleibt auch unklar, wie hoch die natürliche Produktivität der beiden Gewässer grundsätzlich wäre; also ohne die gegebenen Rahmenbedingungen (Verbauung, KW-Nutzung, Geschiebetrieb, exzessiver Besatz). In weiter flussauf gelegenen Abschnitten des Fritzbaches legen Bestandsaufnahmen jedoch nahe, dass die Produktivität deutlich höher als in den untersuchten (wehrtun) Abschnitten ist. In den Restwasserstrecken sind, wie in den wehrtun Vollwasserstrecken (Stau), Lebensraumdefizite vorhanden.

Obwohl an beiden Kraftwerksstandorten dynamische Restwasserabgaben behördlich vorgeschrieben sind, ist die Habitatverfügbarkeit für größere Fische in den Restwasserstrecken verringert (Wasserentnahme bis zu 80% in Bezug zum natürlichen Abfluss). Am Fritzbach kommt zu oben genannten Faktoren noch die erhebliche Zerschneidung des Lebensraumes durch zahlreiche Sohlschwellen (v. a. unterhalb der Wasserfassung Hütttau) hinzu.

Zur Förderung der Bachforellenpopulationen im Fritzbach und der Kleinarler Ache sollte eine Stärkung des Wildfischbestandes forciert werden. Die im Rahmen der aktuellen Bewirtschaftung durchgeführten Besatzmaßnahmen sind dazu keinesfalls geeignet. Mittel, die für Fischbesatz aufgewendet werden, könnten in weitere Strukturverbesserungsmaßnahmen in den Restwasserstrecken sowie die Schaffung von geschützten Laich- und Juvenilhabitaten fließen.

## Danksagungen

An dieser Stelle soll den zahlreichen Unterstützern dieses Projekts bzw. dieser Fallstudie gedankt werden.

- Der Salzburg AG als Betreiber des KW Fritzbach: Herrn T. Friedrich und seinem Team für die Möglichkeit zur Durchführung des Projekts und die personelle und materielle Unterstützung der Arbeiten in Hüttau.
- Der Energie AG als Betreiber des KW Kleinarl: Herrn H. Leitner und seinem Team für die Möglichkeit zur Durchführung des Projekts und die personelle und materielle Unterstützung der Arbeiten in Kleinarl.
- Den Fischereiberechtigten des Fritzbaches, Herrn W. Laimböck und Herrn G. Leitner; sowie den Fischereiberechtigten an der Kleinarler Ache – Familie Bayrhammer.
- Flo Pröll für die Betreuung und Erstellung der PIT-Anlagen.
- Den HelferInnen bei den Freilandhebungen: R. Sidak, C. Witt, G. Gruber, J. Hofer, D. Hayes, L. Florian, J. Neuburg, T. Burger

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Hydrologische Kennzahlen der Pegelmessstellen Wagrain (Kleinarler Ache) und Kreuzbergmaut (Fritzbach) sowie Abflusswerte an den Untersuchungsstandorten (Zufluss zur Wasserfassung) im Jahr 2017 und im Untersuchungszeitraum.	21
Tabelle 2: Fischökologisches Leitbild Fritzbach und Kleinarler Ache. Epirhithral / Bioregion „unvergletscherte Zentralalpen – B“. l:leitart; b: typische Begleitart; s: seltene Begleitart	25
Tabelle 3: Erhebungsart, Bearbeiter und Ergebnisse der rezenten Fischbestandsaufnahmen am Fritzbach.	26
Tabelle 4: Erhebungsart, Bearbeiter und Ergebnisse der rezenten Fischbestandsaufnahmen an der Kleinarler Ache.	28
Tabelle 5: Beschreibung der befischten Abschnitte an Fritzbach und Kleinarler Ache im Oktober 2017.	38
Tabelle 6: Realfangzahlen sowie durchschnittliche Länge und Gewicht der im Oktober 2017 gefangenen Bachforellen.	40
Tabelle 7: Fangzahlen, Abundanz und Biomasse der quantitativ befischten Strecken im Fritzbach.	41
Tabelle 8: Fangzahlen, Abundanz und Biomasse der quantitativ befischten Strecken der Kleinarler Ache.	45
Tabelle 9: Markierte Individuen zu Beginn des PIT-Monitorings je Abschnitt und Gewässer.	51
Tabelle 10: Anzahl detektierter Individuen und Anzahl registrierter Abstiege (in Klammer) an der Wasserfassung des KW Fritzbach.	56
Tabelle 11: Anzahl detektierter Individuen und Anzahl registrierter Abstiege (in Klammer) an der Wasserfassung des KW Kleinarl.	65
Tabelle 12: Beschreibung der befischten Abschnitte - Fritzbach im März 2018.	70
Tabelle 13: Fangzahlen und Wiederfänge im Fritzbach – 20.03.2018.	70
Tabelle 14: Stellenbeschreibung der befischten Abschnitte in der Kleinarler Ache – 19.03.2018.	73
Tabelle 15: Fangzahlen und Wiederfänge in der Kleinarler Ache – 19.03.2018.	74
Tabelle 16: Ergebnisse des Fisch Index Austria für die im Fritzbach und der Kleinarler Ache befischten Strecken im Oktober 2017.	76
Tabelle 17: Anzahl; Anteil und Größen der Aufsteiger im Verhältnis zu markierten Individuen für Fritzbach und Kleinarler Ache. (FB=Fritzbach, KA=Kleinarler Ache; B=Besatzfische, W=Wildfische, G=Gesamt)	83
Tabelle 18: Abstiegszahlen und Anteil an Absteigern je Wanderkorridor an Fritzbach und Kleinarler Ache. Berücksichtigt wurden hier Daten aus dem PIT-Monitoring sowie der Wiederfänge durch Elektrofischung.	84

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Wasserfassung des KW Fritzbach in Hütttau. Bildquelle: Salzburg AG	9
Abbildung 2: Abstiegsklappe/Restwasserklappe an der Wasserfassung des KW Fritzbach.	10
Abbildung 3: Ansicht des (nicht eingestauten) Louvers an der Wasserfassung Hütttau in Richtung stromauf.	11
Abbildung 4: Anordnung (LW 15 cm) und Ausformung der Platten für den Louver am KW Fritzbach.	12
Abbildung 5: (links) Wasserfassung Hütttau mit Louver. Am unteren Ende des Louvers folgt ein Spülschutz sowie (versetzt) der Zulauf zur Abstiegsklappe, (rechts) Rohrdurchlass auf der dem Ufer zugewandten Seite des Zulaufkanals zur Abstiegsklappe.	12
Abbildung 6: Wanderkorridore an der Wasserfassung des KW Fritzbach in Hütttau. Grün: Abstiegskorridor permanent verfügbar. Strichliert: Abstiegskorridor manchmal verfügbar. Rot: Abstiegskorridor permanent verfügbar, hohes Schädigungspotenzial. Gelb: Aufstiegskorridor.	13
Abbildung 7: Wehranlage des KW Kleinarl. Am linken Ufer ist in die Betonwand der Einstieg in die FAH eingebaut, am rechten Gewässerrand ist die Wasserfassung mit anschließender Abstiegs/Restwasserklappe situiert.	16
Abbildung 8: Abstieg-/Restwasserklappe an der Wasserfassung des KW Kleinarl.	17
Abbildung 9: Wanderkorridore an der Wehranlage des Kraftwerks Kleinarl. Grün: Abstiegskorridor permanent verfügbar. Strichliert: Abstiegskorridor manchmal verfügbar. Rot: Abstiegskorridor permanent verfügbar, hohes Schädigungspotenzial. Gelb: Aufstiegskorridor.	18
Abbildung 10: Lage der Untersuchungsstandorte der Fallstudie Salzburg.	20
Abbildung 11: Abflusssituation an der Wasserfassung des KW Fritzbach (Gesamt-Zufluss und Abfluss in der Restwasserstrecke) zwischen Jänner 2017 und Mai 2018. Grau hinterlegt ist der Untersuchungszeitraum.	22
Abbildung 12: Abflusssituation an der Wasserfassung des KW Kleinarl (Gesamt-Zufluss und Abfluss in der Restwasserstrecke) zwischen Jänner 2017 und Mai 2018. Grau hinterlegt ist der Untersuchungszeitraum.	23
Abbildung 13: Biozönotische Region der untersuchten Gewässer und deren umliegenden Flüsse.	24
Abbildung 14: Befischungsstellen der zwischen 2008 und 2012 durchgeführten Elektrobefischungen am Fritzbach im Nahbereich der Wasserfassung des KW Fritzbach.	25
Abbildung 15: Rezente Bestandserhebungen im Umfeld des KW Kleinarl an der Kleinarler Ache.	27
Abbildung 16: links: Passive-Integrated-Transponder (PIT) Tag mit 12 mm Länge. Die Kupferspule dient der Ladung des Chips und Übertragung des individuellen Codes. Rechts: handelsüblicher Injektor für PIT-Tags mit wechselbarer Kanüle.	31

Abbildung 17: Markierung einer Bachforelle mittels PIT-Tag am Fritzbach.	32
Abbildung 18: schematischer Aufbau einer PIT Tag Registrierstation mit Leseinheit (links), Tuner (mitte) und Antenne (rechts).	33
Abbildung 19: Schematische Lage der Antennen an der Wasserfassung des KW Fritzbach.	34
Abbildung 20: Eingebaute PIT-Antennen an der Abstiegsklappe der Wasserfassung Hütttau (links) und der FAH (rechts).	35
Abbildung 21: Schematische Lage der Antennen an der Wasserfassung des KW Kleinarl.	36
Abbildung 22: An der Abstiegsklappe der Wasserfassung Hütttau angebrachte PIT Antenne.	37
Abbildung 23: Längenfrequenzdiagramm der im Herbst 2017 an Fritzbach und Kleinarler Ache gefangenen Bachforellen.	39
Abbildung 24: Längenfrequenzdiagramm der Bachforelle am Fritzbach (Okt. 2017) für die beiden quantitativ beprobten Strecken ober- und unterhalb der Wasserfassung Hütttau.	42
Abbildung 25: FIA-Auswertung der Befischungsstrecke Fritzbach-Restwasser (FB01 – 16.10.2017).	43
Abbildung 26: FIA-Auswertung der Befischungsstrecke Fritzbach-Vollwasser (FB02 – 17.10.2017).	44
Abbildung 27: Längenfrequenzdiagramm der Bachforelle an der Kleinarler Ache (Okt. 2017) für die beiden quantitativ beprobten Strecken ober- und unterhalb der Wasserfassung Kleinarl.	46
Abbildung 28: FIA-Auswertung der Befischungsstrecke Kleinarler Ache-Restwasser (KA01 – 17.10.2017).	47
Abbildung 29: FIA-Auswertung der Befischungsstrecke Kleinarler Ache-Vollwasser (KA02 – 18.10.2017).	48
Abbildung 30: Längenfrequenzdiagramm markierter Fische im Fritzbach – getrennt nach Besatzfischen und Wildfischen.	50
Abbildung 31: Längenfrequenzdiagramm markierter Fische im Fritzbach – getrennt nach Besatzfischen und Wildfischen.	50
Abbildung 32: Anzahl detektierter Individuen am Fritzbach je Tag im Untersuchungszeitraum.	52
Abbildung 33: Anzahl der detektierten Aufstiege an der FAH Hütttau nach Kalenderwoche (16.10.2017 bis 31.05.2018).	54
Abbildung 34: Verzeichnete Aufstiege an der FAH der Wasserfassung Hütttau (n=145) sowie Zufluss zur Wasserfassung und Abfluss in der Restwasserstrecke.	55
Abbildung 35: Längenfrequenzdiagramm markierter Fische und Anteil aufsteigender Individuen - getrennt nach Besatz- und Wildfischen.	55
Abbildung 36: Anzahl der detektierten Abstiege je Wanderkorridor an der Wasserfassung Hütttau nach Kalenderwoche (16.10.2017 bis 31.05.2018).	57

Abbildung 37: Verzeichnete Abstiege an der Wasserfassung Hütttau (n=144) getrennt nach Wanderkorridor sowie Abfluss in der Restwasserstrecke.	58
Abbildung 38: Verteilung der detektierten Abstiege auf die überwachten Abwanderkorridore. Anzahl der Gesamtabstiege: 144 / davon 110 von Wildfischen. Anzahl Absteigender Individuen: 62 / davon 38 Wildfische.	59
Abbildung 39: Längenfrequenzdiagramm markierter Fische am Fritzbach mit Anteil an absteigenden Individuen – getrennt nach Besatzfischen und Wildfischen.	60
Abbildung 40: Anzahl detektierter Individuen an der Kleinarler Ache je Tag im Untersuchungszeitraum und Zufluss sowie Restwasserdotations der Wasserfassung Kleinarl.	61
Abbildung 41: Registrierte Aufstiege an der FAH des KW Kleinarl.	62
Abbildung 42: Verzeichnete Aufstiege an der FAH der Wasserfassung Kleinarl (n=36) sowie Zufluss zur Wasserfassung und Abfluss in der Restwasserstrecke.	63
Abbildung 43: Längenfrequenzdiagramm der markierten Individuen an der Kleinarler Ache und Anteil der Aufsteiger über die FAH.	64
Abbildung 44: Anzahl der detektierten Abstiege je Wanderkorridor an der Wasserfassung Kleinarl nach Kalenderwoche (16.10.2017 bis 31.05.2018).	66
Abbildung 45: Verzeichnete Abstiege an der Wasserfassung Kleinarl (n=74) getrennt nach Wanderkorridor sowie Abfluss in der Restwasserstrecke.	66
Abbildung 46: Verteilung der detektierten Abstiege auf die überwachten Abwanderkorridore. Anzahl der Gesamtabstiege: 74 / davon 33 von Wildfischen. Anzahl absteigender Individuen: 65 / davon 27 Wildfische.	67
Abbildung 47: Längenfrequenzdiagramm markierter Fische an der Kleinarler Ache mit Anteil an absteigenden Individuen – getrennt nach Besatzfischen und Wildfischen.	68
Abbildung 48: Befischte Bereiche im Nahbereich der Wasserfassung Hütttau - März 2018. Bildgrundlage: SAGISonline – Geodateninformationssystem Land Salzburg	69
Abbildung 49: Längenfrequenzdiagramm der Bachforelle im Fritzbach bei Hütttau – Vergleich zwischen Befischung im Oktober 2017 und März 2018.	71
Abbildung 50: Befischte Stellen im Nahbereich der Wasserfassung Kleinarl – März 2018. Bildgrundlage: SAGISonline – Geodateninformationssystem Land Salzburg	72
Abbildung 51: Längenfrequenzdiagramm der Bachforelle in der Kleinarler Ache – Vergleich zwischen Oktober 2017 und März 2018.	75
Abbildung 52: Längenfrequenzdiagramme und Jahrgänge der an Fritzbach und Kleinarler Ache gefangenen Fische.	78
Abbildung 53: Situation bei abgesenktem Wehr an Fritzbach (rechts) und Kleinarler Ache (links).	86
Abbildung 54: Positionierung der Abstiegsklappen am Fritzbach (links) und Kleinarler Ache (rechts).	88

Abbildung 55: Variante zur Optimierung der Abstiegsklappe durch Versetzung an den Gewässerrand und Entfernung von Barrieren (Betonwand) entlang der Wehrachse.	91
Abbildung 56: Variante zur Verlegung der Abstiegsklappe an das Ende des Feinrechens bzw. der Wasserfassung (oben) und damit verbundene optimale Ausrichtung des Feinrechens in der Aufsicht (unten).	92
Abbildung 57 Variante zur Dotation der FAH mittels Abstiegsklappe bei gleichzeitiger Reduktion der Dotationsmenge beim ursprünglichen Einstieg.	93

## Literaturverzeichnis

**Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2017):**

Leitfaden Zur Erhebung Der Biologischen Qualitätselemente – Teil A1 Fische. Link:

[https://www.bmnt.gv.at/wasser/wisa/fachinformation/ngp/ngp-2015/hintergrund/methodik/bio\\_lf\\_2015.html](https://www.bmnt.gv.at/wasser/wisa/fachinformation/ngp/ngp-2015/hintergrund/methodik/bio_lf_2015.html)

**Cowx, I., & Lamarque, P. (1990):** Fishing with electricity: applications in freshwater fisheries management.

**Gesellschaft für Kulturtechnik, Ökologie und Rechtsgutachten mbH / KÖR (2015):** KW Kleinarl – Zusammenfassendes ökologisches Gutachten. Studie im Auftrag von Energie AG OÖ Kraftwerke GmbH

**Haunschmid, R., G. Wolfram, T. Spindler, W. Honsig-Erlenburg, R. Wimmer, A. Jagsch, E. Kainz, K. Hehenwarter, B. Wagner, R. Konecny, R. Riedmüller, G. Ibel, B. Sasano & N. Schotzko (2006):** Erstellung einer fischbasierten Typologie Österreichischer Fließgewässer sowie einer Bewertungsmethode des fischökologischen Zustandes gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie. – Schriftenreihe des BAW 23, Wien, 105 S.

**Kollmann, J (1898):** Karte der Fischarten vom Land Salzburg. In: Jäger, P & Schillinger, I (1988): »Kollmanns Fischereikarte von Salzburg, Stand 1898«. Österreichs Fischerei. Jhg. 41/1988. S.202-209

**Mader, H.; Steidl, T.; Wimmer, R. (1996):** Abflußregime österreichischer Fließgewässer, Band 82, Wien: 107

**Pröll, F. (2016):** Untersuchung und Bewertung des Einsatzes der Radiofrequenz-Identifikationstechnologie (RFID) im Zuge des fischökologischen Monitorings an der Wasserkraftschnecke mit integriertem Fischaufstieg am Standort Kraftwerk Retznei an der Sulm. Diplomarbeit / Masterarbeit - Institut für Hydrobiologie, Gewässermanagement (IHG), BOKU-Universität für Bodenkultur

**Seber, G. A. F., & Le Cren, E. D. (1967):** Estimating population parameters from catches large relative to the population. The Journal of Animal Ecology, 631-643.

**Unfer, G., Hauer, C., & Lautsch, E. (2011).** The influence of hydrology on the recruitment of brown trout in an Alpine river, the Ybbs River, Austria. Ecology of Freshwater Fish, 20(3), 438-448.

**Wimmer, R; Moog, O (1994):** Flussordnungszahlen Österreichischer Fließgewässer  
Umweltbundesamt, Band 51, Wien: 281

**Zippin, C. (1956).** An evaluation of the removal method of estimating animal populations.  
Biometrics, 12(2), 163-189.

**Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus**

Stubenring 1, 1010 Wien

[bmnt.gv.at](https://www.bmnt.gv.at)