

An aerial photograph of a river valley. A road curves along the right side of the river. The river is surrounded by dense green trees and shrubs. The surrounding landscape consists of agricultural fields, some of which are brown and appear to be recently plowed, while others are green. The text is overlaid on a semi-transparent white banner across the top of the image.

# **Erfolgskontrolle Revitalisierung Bünz bei Bünzen**

---

## **Gewässermorphologie und**

Schlussbericht :12.04.2018



## Impressum

### Auftraggeber

Departement Bau, Verkehr und Umwelt  
Abteilung Wald, Sektion Jagd und Fischerei  
Entfelderstrasse 22  
5001 Aarau  
Tel.: 062 835 28 50  
Fax: 062 835 28 59  
E-Mail: [jagd\\_fischerei@ag.ch](mailto:jagd_fischerei@ag.ch)

### Auftragnehmer

Aquabios GmbH  
Les Fermes 57  
CH-1792 Cordast  
Tel: +41 (0)78 835 73 71  
<http://www.aquabios.ch>



### Autor

Pascal Vonlanthen: [p.vonlanthen@aquabios.ch](mailto:p.vonlanthen@aquabios.ch)

**Zitiervorschlag:** Aquabios 2018. Erfolgskontrolle Revitalisierung Bünz bei Bünzen – Mikrohabitate und Fische  
Aquabios GmbH, Auftraggeber: Kanton Aargau, Abteilung Landschaft und Gewässer und Abteilung Gewässer  
und Wald, Sektion Jagd und Fischerei.

**Foto Titelseite:** Die Bünz in der revitalisierten Strecke bei Bünzen.

### Verdankungen

Wir bedanken uns bei der Sektion Jagd und Fischerei vom Kanton Aargau für den Auftrag. Bei Christian Tesini, Guy Périat, Jonathan Paris, Hervé Décourcière, Timon Polli, Daniel Schlunke, Thomas Kreienbühl, bedanken wir uns für die Tatkräftige Unterstützung im Feld. Jennifer Vonlanthen-Heuck für die kritische Durchsicht des Dokumentes.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>EINLEITUNG</b> .....	<b>5</b>
2.1	AUSGANGSLAGE .....	5
2.2	DIE BÜNZ .....	5
2.3	AUFTRAG.....	8
<b>3</b>	<b>METHODEN</b> .....	<b>9</b>
3.1	UNTERSUCHTE STRECKEN.....	9
3.2	IAM-BEWERTUNG .....	11
3.3	ELEKTRO-ABFISCHUNGEN.....	12
3.4	HISTORISCHES FISCHARTENSPEKTRUM DER BÜNZ.....	13
<b>4</b>	<b>RESULTATE STRECKE 1 – KONTROLLE</b> .....	<b>15</b>
4.1	HABITATAUFNAHMEN .....	15
4.2	FISCHE .....	17
4.3	FAZIT STRECKE 1 - KONTROLLSTRECKE .....	20
<b>5</b>	<b>RESULTATE STRECKE 2 – REVITALISIERT</b> .....	<b>21</b>
5.1	HABITATAUFNAHMEN .....	21
5.2	FISCHE .....	23
5.3	FAZIT STRECKE 2 – REVITALISIERT .....	24
<b>6</b>	<b>RESULTATE STRECKE 3 – VERZWEIGT REVITALISIERT</b> .....	<b>26</b>
6.1	HABITATAUFNAHMEN .....	26
6.2	FISCHE .....	28
6.3	FAZIT STRECKE 3 .....	29
<b>7</b>	<b>RESULTATE - VERGLEICHE ZWISCHEN DEN STRECKEN</b> .....	<b>31</b>
7.1	HABITATAUFNAHMEN .....	31
7.2	FISCHBESTAND.....	32
7.3	VERGLEICH IAM UND FISCHBESTAND .....	35
<b>8</b>	<b>DISKUSSION</b> .....	<b>36</b>
<b>9</b>	<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN</b> .....	<b>38</b>
<b>10</b>	<b>EMPFEHLUNGEN</b> .....	<b>39</b>
10.1	HABITATE .....	39
10.2	WASSEITEMPERATUR .....	39
10.3	FEHLENDE TYPISCHE FISCHARTEN.....	40
10.4	WASSERQUALITÄT .....	40
<b>11</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	<b>41</b>

# 1 Zusammenfassung

In vielen Fällen ist es bei Revitalisierungen nicht möglich ein Gewässer in den ursprünglichen natürlichen Zustand zurückzusetzen. Trotzdem gelten allgemeine Ziele auch für Kompromisslösungen. Dabei soll prinzipiell die standortgerechte Fauna und Flora gefördert werden. Dies ist nicht immer einfach, da nebst der Gewässermorphologie auch andere Parameter Einfluss auf die Lebewesen eines Gewässers nehmen (Wasserqualität, Temperatur, Hydrologie, usw.). Um aus den bereits getätigten Revitalisierungen für die Zukunft zu lernen sind daher Wirkungskontrollen notwendig.

Mit der dritten Bünzkorrektion in den Jahren 2005 bis 2007 wurde ein Teil der Bünz bei Bünzen revitalisiert. Die Auswirkungen dieser Revitalisierung auf die Morphologie und den Fischbestand sollte im Rahmen dieser Arbeit überprüft werden.

Es hat sich gezeigt, dass die revitalisierte Bünz im Vergleich mit einer nicht revitalisierten Kontrollstrecke eine deutlich höhere Vielfalt der Habitate aufweist. Gleichzeitig ist auch die Attraktivität der Habitate für Fische in den revitalisierten Strecken höher, was besonders deutlich für die nicht verzweigte Strecke gilt. Die Anzahl und die Biomasse der Fische sind dementsprechend in den revitalisierten Strecken deutlich höher. In der Strecke 2 weisen bis auf die Groppe alle Arten eine höher Biomasse und alle bis auf die Forelle und die Groppe eine höhere Dichte auf als in der Kontrollstrecke. In der Strecke 3 ist das Bild recht ähnlich, nur die Biomasse der Forelle ist gegenüber der Kontrolle nicht höher. Weitere in der Bünz natürlicherweise zu erwartende Arten wie das Bachneunauge, die Schmerle, die Elritze und der Schneider fehlen in allen Strecken, vermutlich weil sie diese nicht natürlicherweise besiedeln konnten.

## 2 EINLEITUNG

### 2.1 Ausgangslage

Das Gewässerschutzgesetz sieht vor, dass die Kantone für oberirdische Gewässer genügend Raum festlegen, damit diese ihre natürlichen Funktionen erfüllen können (Art. 36a Abs. 1 Bst. a Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer, Gewässerschutzgesetz, GSchG, SR 814.20). Weiter sorgen die Kantone für die Revitalisierung von Gewässern (Art. 38a GSchG). Eine Revitalisierung ist die Wiederherstellung der natürlichen Funktionen eines verbauten, korrigierten, überdeckten, eingedolten oberirdischen Gewässers mit baulichen Massnahmen (Art. 4 Bst. m GSchG). Sie stellen eine ökologische und landschaftliche Aufwertung der Gewässer und deren Gewässerräume dar. Massnahmen zur Revitalisierung sind insbesondere die Wiederherstellung des natürlichen Verlaufs und die naturnahe Gestaltung von Gewässern und Gewässerräumen (ausführlich zum Begriff der Revitalisierung, Fritsche, in: Hettich/Jansen/Norer, GSchG/WBG, Zürich 2016, Art. 38a, Rn. 4 ff.). Dabei ist auch die Zielsetzung des Bundesgesetz über die Fischerei (BGF, SR 923.0) zu berücksichtigen, wonach die natürliche (also standortgerechte) Artenvielfalt und der Bestand der einheimischen Fische, Krebse und Fischnährtiere sowie deren Lebensräume zu erhalten, zu verbessern oder nach Möglichkeit wiederherzustellen sind (Art. 1 Abs.1 Bst. a BGF). Idealerweise wird also der ursprüngliche und natürliche Zustand wieder hergestellt. Da dies in vielen Fällen, z.B. in städtischen Gebieten oder aufgrund von Hochwasserschutz sowie land- oder forstwirtschaftlichen Interessen nicht möglich ist, müssen häufig Kompromisslösungen gefunden werden. Auch bei diesen Kompromisslösungen ist zu beachten, dass prinzipiell die standortgerechte Fauna und Flora gefördert werden soll.

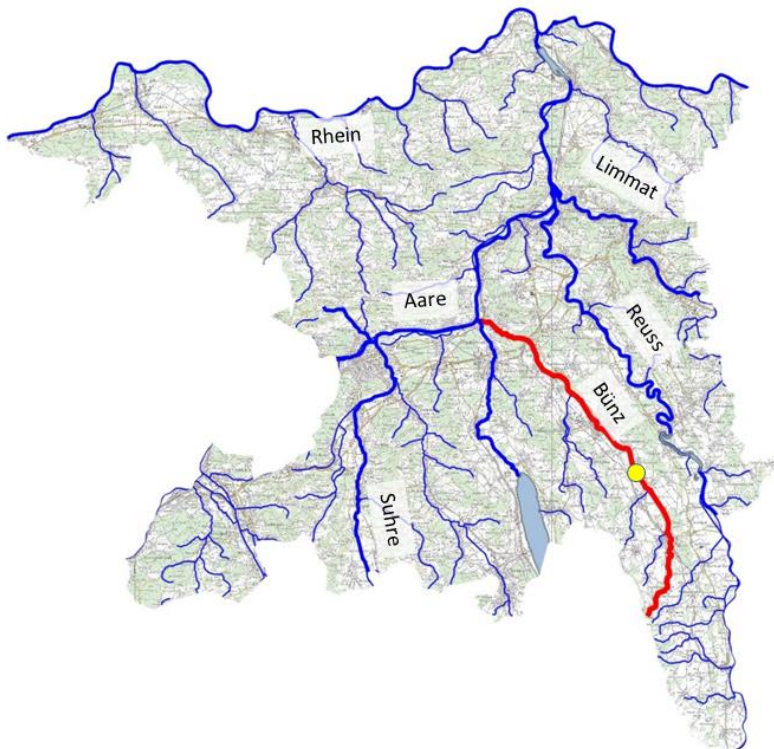
In den nächsten 20 Jahren sollen in der Schweiz ca. 4000 km Fließgewässer ökologisch aufgewertet werden. Die Massnahmen, die zu diesem Zweck getroffen werden, sind vielfältig. Von kleinräumigen und wenig aufwendigen „Instream“-Massnahmen bis grossräumigen Renaturierungen sind alle Zwischenstufen vertreten. Um die Effizienz der verschiedenen Massnahmen einstuft zu können, sind Wirkungskontrollen notwendig. Wirkungskontrollen helfen aus bereits realisierten Projekten zu lernen und dadurch in Zukunft möglichst wirksame Massnahmen umzusetzen und Fehlplanungen zu vermeiden.

Im vorliegenden Dokument werden die Resultate von Mikrohabitataufnahmen (IAM) und elektrischen Befischungen der Bünz bei Bünzen zusammengetragen und ausgewertet. Da im Rahmen der Projektierung keine präziseren Zielvorgaben definiert wurden, orientiert sich die Wirkungskontrolle am naturnahen Ursprungszustand, also dem Zustand mit einem geringen menschlichen Einfluss. Dies entspricht den gesetzlichen Vorgaben aus BGF und GSchG.

### 2.2 Die Bünz

Die Quelle der Bünz liegt in Landwirtschaftsgebiet oberhalb von Winterschwil auf einer Höhe von ca. 711 m ü. M. Bei Bünzen mündet der Wissenbach in die Bünz. Zwischen Anglikon und Dottikon nimmt die Bünz als weiteren grösseren Zufluss den Holzbach auf. Bei Dottikon verlässt sie die ehemals sumpfige Ebene und fliesst in ein schmales Tälchen, das sie in die Schotter-schichten eingeschnitten hat. Nach einem letzten Abschnitt von etwa 4 Kilometern Länge mit einem deutlich stärkeren Gefälle (Bünzauen) mündet sie in Wildegg in den Aabach, kurz

bevor dieser 250 Meter weiter flussabwärts in die Aare mündet. Der Projektperimeter liegt zwischen den Ortschaften Bünzen und Waltenschwil (Abbildung 2-1).



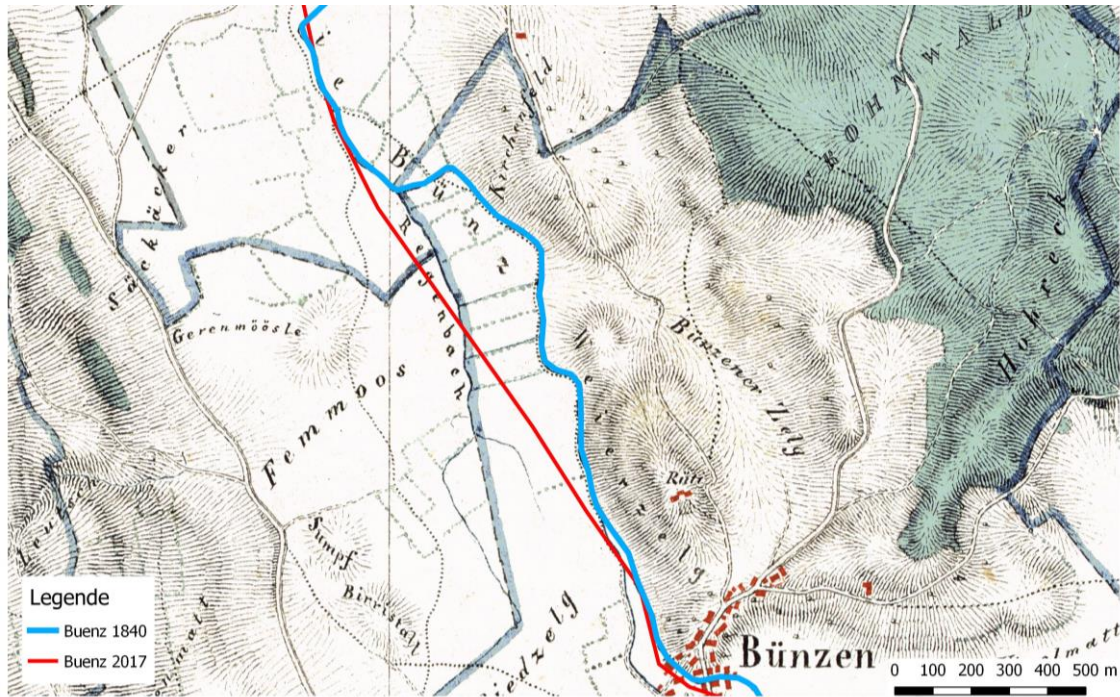
**Abbildung 2-1.** Übersichtskarte der Hauptgewässer im Kanton Aargau. Die Bünz, die bei Wildegg in den Aabach mündet, ist rot eingezeichnet. Der Projektperimeter der flussabwärts von Bünzen liegt, ist mit einem gelben Punkt markiert.

Bis gegen Ende des 19. Jahrhunderts mäandrierte die Bünz bei Bünzen durch ein ausgedehntes Torfmoor, das Fohrenmoos (Abbildung 2-3). 1863 konnten die Gemeinden Boswil und Bünzen die Mühle in Bünzen mit dem dazugehörigen Wasserrecht kaufen, wodurch eine Tieferlegung der Bünz möglich wurde. In den Jahren 1863 bis 1879 wurde dann die erste Bünzkorrektur durchgeführt, wobei weite Teile des Moores entsumpft und somit der Torfabbau ermöglicht wurde (Abbildung 2-2). Neben dem Torfabbau sollten Landwirtschaftsflächen gewonnen werden und man erhoffte sich Verbesserungen der gesundheitlichen Verhältnisse der Bevölkerung.



**Abbildung 2-2.** Torfabbau im Moos bei Bünzen (Anfang des 20. Jahrhunderts, Fotos Gemeinde Bünzen, [http://www.buenzen.ch/dl.php/de/0dqif-5gr7ff/16\\_torfabbau.pdf](http://www.buenzen.ch/dl.php/de/0dqif-5gr7ff/16_torfabbau.pdf)).





**Abbildung 2-3.** Michaeliskarte der Bünz (blau) im ehemaligen Moos (ca. 1840, Quelle AGIS). Rot eingezeichnet der heutige Verlauf der Bünz.

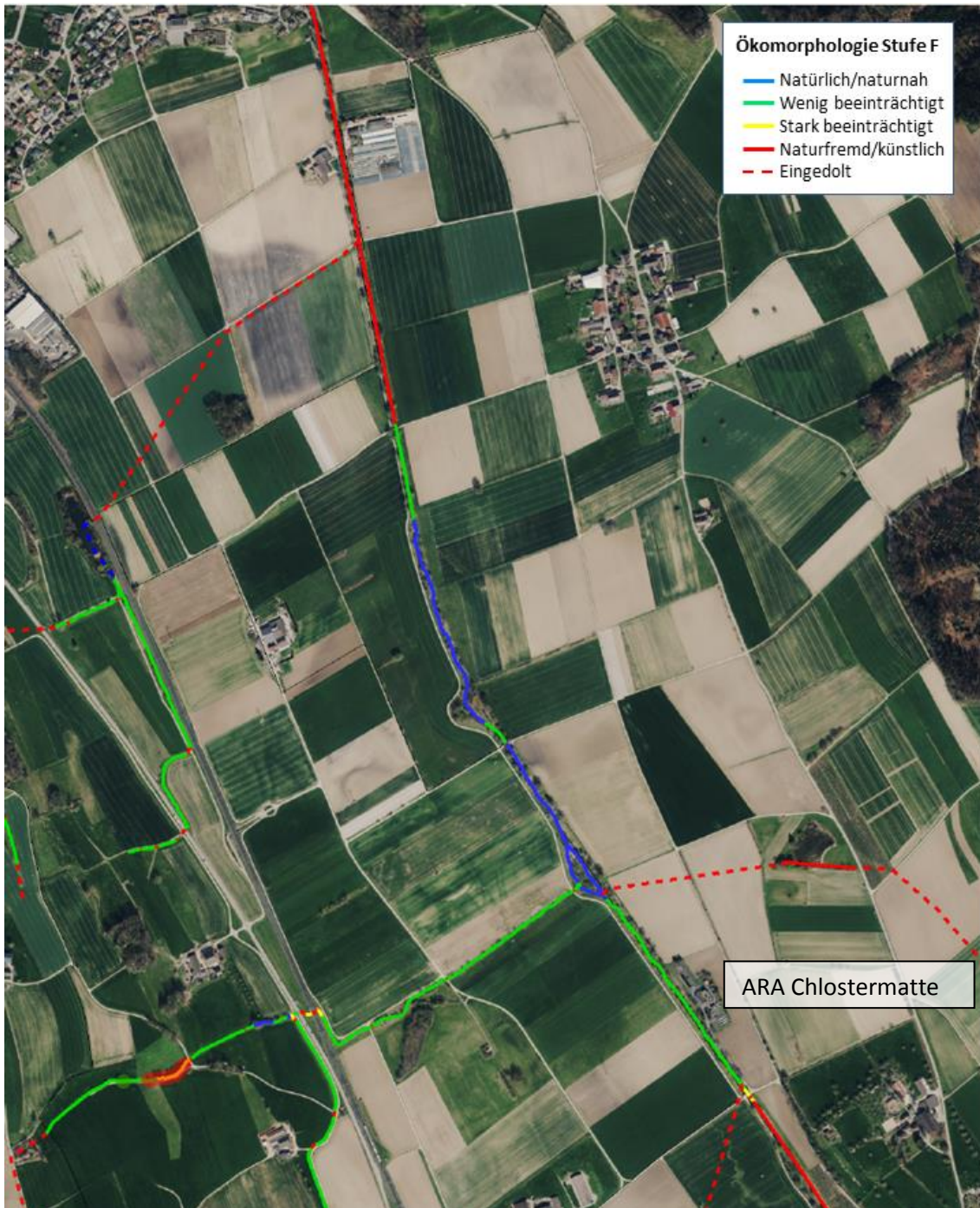
Mit der Zeit bildeten sich wegen des Torfabbaus neue und immer ausgedehntere „Sumpfflächen“. 1941 beschloss daher der Grosse Rat des Kantons Aargau, dass die Bünz von den Pfaffenmatten bis zum Schwarzgraben um 1-1,5 m abzusenken sei (Abbildung 2-4). Die zweite Bünzkorrektur dauerte von 1941 bis 1956.



**Abbildung 2-4.** Zweite Bünzkorrektur vorher (links 1942) und nachher (rechts, 1943). Quelle. Gemeinde Bünzen [http://www.buenzen.ch/dl.php/de/0dqif-3frwwc/15\\_buenz.pdf](http://www.buenzen.ch/dl.php/de/0dqif-3frwwc/15_buenz.pdf).

Heute fliesst die Bünz über weite Strecken in einem stark kanalisiertem und tiefergelegtem Gerinne. Mit der dritten Bünzkorrektur in den Jahren 2005 bis 2007 wurde ein Teil der Bünz revitalisiert. So auch eine Strecke im Projektperimeter, der zwischen Bünzen und Waltenschwil liegt (Abbildung 2-5).





**Abbildung 2-5.** Beurteilung der Ökomorphologie der Bünz im Untersuchungsperimeter. Die revitalisierten Strecken sind als blau und grün, also wenig beeinträchtigt oder naturnah eingestuft. (Karten AGIS Kanton Aargau). Vor der Revitalisierung waren diese stark beeinträchtigt.

### 2.3 Auftrag

Teil des Auftrags ist es, in zwei Strecken der revitalisierten Bünz und in einer nicht revitalisierten Strecke, die Habitate nach der IAM-Methode aufzunehmen, die Diversität sowie die Qualität des Habitats für Fische zu berechnen und quantitative Abfischungen durchzuführen. Die Resultate der Abfischungen sollen den Habitaten gegenübergestellt werden. Diese Resultate sollen mit einem theoretischen naturnahen Zustand verglichen werden.



## 3 Methoden

### 3.1 Untersuchte Strecken



**Abbildung 3-1.** Lokalisierung der Untersuchungstrecken in der Bünz.

Drei Strecken wurden im Rahmen dieser Studie untersucht (Abbildung 2-1). Die nicht revitalisierte Kontrollstrecke ist 76.5 m lang und liegt ca. 220 m unterhalb des revitalisierten Bereichs. (Strecke 1: Abbildung 3-1, Abbildung 3-2). Die Kontrollstrecke läge eigentlich idealerweise oberhalb der Revitalisierung. Im vorliegenden Fall mündet jedoch der Ausfluss der ARA direkt oberhalb der Revitalisierung in die Bünz. Da der Zufluss aus der ARA vermutlich einen Einfluss auf den Fischbestand hat, der schwerwiegender ist als die passive Abwanderung von Fischen aus der revitalisierten Strecke, wurde beschlossen, die Kontrollstrecke unterhalb des revitalisierten Bereichs anzusiedeln.



**Abbildung 3-2.** Strecke 1: Nicht revitalisierte Kontrollstrecke. Diese liegt ca. 480 m unterhalb von Strecke 2 und ca. 220 m unterhalb vom Ende der Revitalisierung.

Die zweite Strecke liegt im unteren Bereich der Revitalisierung und ist 80 m lang. Die Bünz fließt hier in einem leicht mäandrierenden Gerinne und weist eine Sukzession von Furten und Kolken auf (Abbildung 3-3).





**Abbildung 3-3.** Die Strecke 2 liegt im revitalisierten Bereich der Bünz. An diesem Standort wurde die Bünz in einem leicht pendelnden Gerinne ausgebaut.

Die dritte Strecke liegt in einem Bereich mit mehr Gewässerraum. Die Bünz fließt hier in einem verzweigten Gerinne mit einem Hauptgerinne und einem deutlich kleineren Nebengerinne. Die untersuchte Strecke ist 90 m lang (Abbildung 3-4, Abbildung 3-5).



**Abbildung 3-4.** Strecke 3 liegt im Bereich mit etwas mehr Gewässerraum und wurde als verzweigtes Gerinne ausgestaltet.



**Abbildung 3-5.** Strecke 3, im rechten Arm war der Biber bereits aktiv und hat für Totholzeintrag im Niederwassergerinne gesorgt.



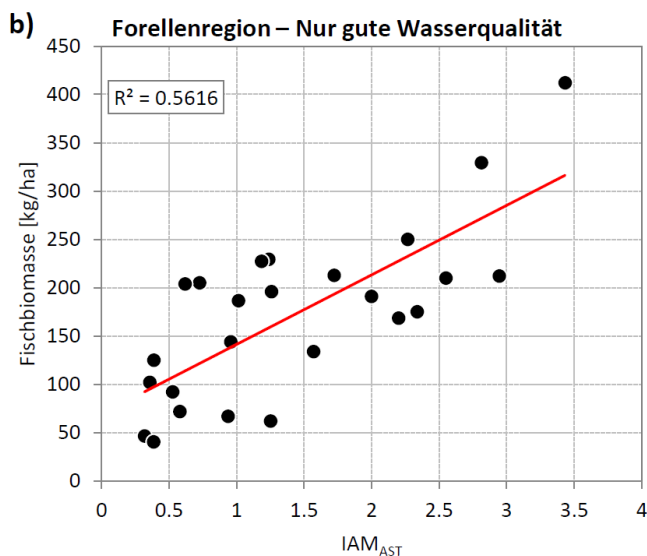
### 3.2 IAM-Bewertung

Beim sogenannten IAM (Indice d'attractivité morphodynamique) wird nicht nur die Diversität, sondern auch die Attraktivität der Habitate für die Fischfauna berechnet [1]. Dabei werden die Tiefen- und Geschwindigkeitsvariabilität des Niederwassergerinnes anhand von 10 - 15 Querprofilen erhoben. Zusätzlich werden die verschiedenen Habitate kartiert und ihre Attraktivität bewertet. Biogene Habitate für Fische wie unterspülte Ufer, Totholzansammlungen, Blöcke und aquatische Vegetation werden dabei höher bewertet als weniger attraktive Mikrohabitate wie Schlamm, Sand oder Fels. Mit der Methode ist somit möglich, sowohl die Diversität der Habitate als auch deren Attraktivität für die Fische zu erfassen.



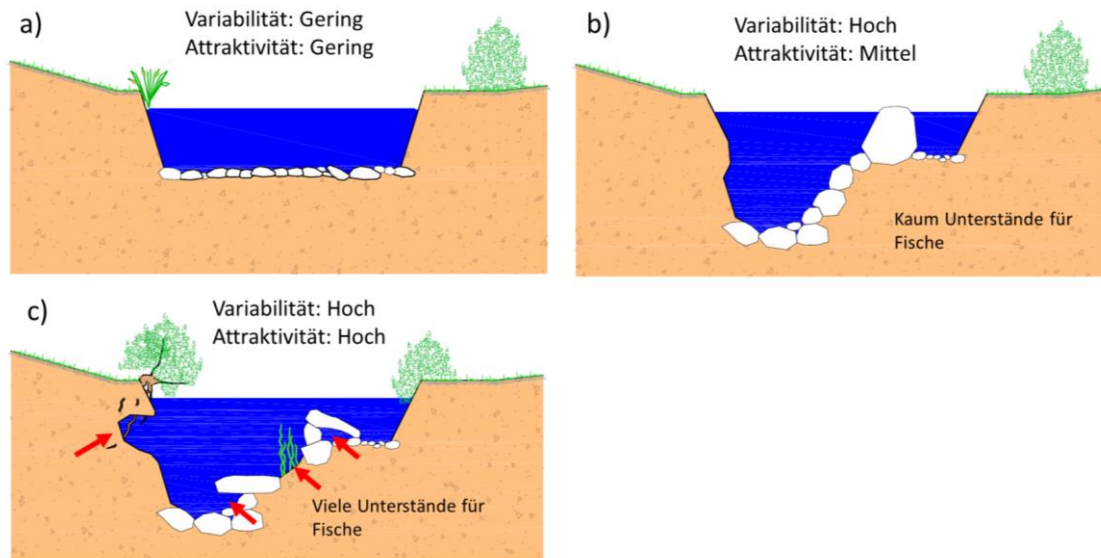
**Abbildung 3-6.** Messungen der Wassertiefe und der Fließgeschwindigkeit entlang von Querprofilen (links) und zwei dimensionale Kartierungen der Habitate auf Millimeterpapier (rechts).

Der Attraktivitätsindex IAM wird aus einer Kombination aus Wassertiefe, Geschwindigkeit, der Anzahl Substrate und der Attraktivität der Substrate berechnet. Die Methode ist bereits an über 250 Strecken angewendet worden. Im Zusammenhang mit der Bünz ist zu erwähnen, dass die Methode für Forellengewässer mit einer guten Wasserqualität bezogen auf die Gesamtfischbiomasse gute Resultate liefert (Abbildung 3-7). Durch die hohe Anzahl an Strecken, die bereits mit der Methode untersucht wurden, konnten auch statistische Grenzen zwischen Fließgewässern, die als attraktiv oder als wenig attraktiv gelten, gezogen werden. Weiter konnte der Index für unterschiedliche Gewässerbreiten standardisiert werden.



**Abbildung 3-7.** Korrelation zwischen dem standardisierten IAM und der Fischbiomasse für Forellengewässer mit guter Wasserqualität.

Da sowohl der HMID als auch das IAM auf der Tiefenvariabilität und der Geschwindigkeitsvariabilität basieren, können die Resultate der beiden Indizes sehr ähnlich ausfallen falls die Attraktivität der Habitate und die Anzahl Substrate mit der Variabilität dieser Parameter korreliert, wovon jedoch nur in wenigen Fällen auszugehen ist (Abbildung 3-8). Für die Bünz wurden jeweils beide Indices (HMID und IAM) berechnet.



**Abbildung 3-8.** Schematische Darstellung von drei Querprofilen: a) ein Gewässer mit geringer Variabilität und geringerer Attraktivität; b) ein Gewässer mit hoher Variabilität und nur mittelmässiger Attraktivität für Fische, da kaum Unterstände für Fische vorhanden sind; c) ein Gewässer mit hoher Variabilität und hoher Attraktivität für Fische.

### 3.3 Elektro-Abfischungen

Die elektrischen Befischungen wurden quantitativ durchgeführt. Dazu wurden zwei oder drei Anoden eingesetzt. Das obere Streckenende wurde jeweils mit einem Netz abgesperrt. Die einzelnen Strecken wurden in 2 Durchgängen befischt. Die gefangenen Fische wurden nach Art bestimmt, vermessen und gewogen und danach wieder in der Strecke freigelassen. Die Anzahl Fische pro Strecke wurde pro Art nach der Methode von Carle & Strub geschätzt [2].



**Abbildung 3-9.** Links: Quantitative Abfischung der Bünz mit 2 Frontanoden. Rechts: Einrichtung zur Vermessung und Hälterung mit Frischwasserzufuhr der Fische.

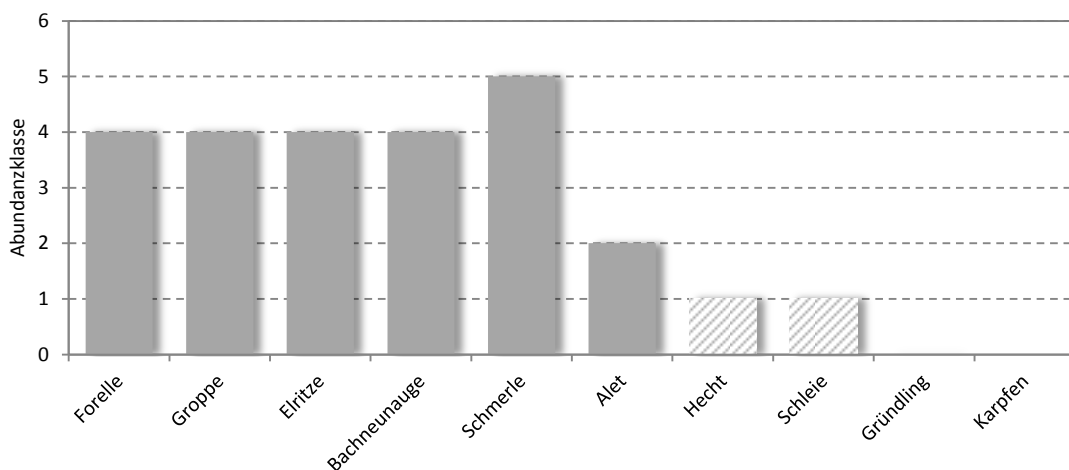


### 3.4 Historisches Fischartenspektrum der Bünz

Historische Informationen zum Fischbestand in der Bünz konnten nur wenige gefunden werden. Hofer erwähnt im Jahr 1911 [3] für die Bünz im Bereich von Bünzen folgende Fischarten:

- Groppe
- Schleie (im Moor)
- Forelle
- Hecht (selten in stehendem Wasser vom Moor)
- Schneider
- Aal
- Schmerle
- Krebse (Art nicht näher beschrieben)
- Bachneunauge
- Elritze
- Alet (bis nach Muri)

Aufgrund der beschriebenen Arten ist davon auszugehen, dass die Bünz bei Bünzen ursprünglich der unteren Forellenregion (Biotypologie B4 bis B5 nach Verneaux [4]) zuzuordnen war. Das Fohrenmoos dürfte diesbezüglich teilweise eine Ausnahme dargestellt haben, durch das geringe Gefälle und die damit einhergehenden langsamen Strömungsverhältnisse (hoher Anteil lenticischer Lebensraum) und wärmeren Wassertemperaturen, dem hohen Säuregehalt usw. waren wohl auch Fischarten vorhanden, die normalerweise nicht in der Forellenregion anzutreffen sind, dazu gehört wohl die durch Hofer erwähnte Schleie und möglicherweise noch andere Arten wie der ebenfalls in der Bünz erwähnte Hecht. Inwiefern diese wirklich im Hauptgerinne der Bünz vorkamen, oder nur in Seitengewässern oder Tümpeln des Moores ist unklar. Vermutlich waren sie im Hauptgerinne eher weniger vertreten als in stehenden Gewässerbereichen. Es ist daher anzunehmen, dass früher typische Arten der Forellenregion (Forelle, Elritze, Groppe, Schmerle, Bachneunauge, Schneider, möglicherweise auch Alet) häufig gewesen sind. Andere Arten wie die Schleie kamen im Bereich des Moores ebenfalls zahlreich vor.



**Abbildung 3-10.** Vermutete historische Referenz der Fische für die Bünz in Bünzen (grau: für Bachforellenregion typisch; schraffiert: für Bachforellenregion atypisch).

**Tabelle 3-1.** Erwartungswerte für die Biomasse und die Dichte für einen natürlichen Fischbestand in einem Gewässer der unteren Forellenregion und für die in der Literatur erwähnten Arten [5].

	Klasse Referenz	Biomasse		Abundanz	
		Min [kg/ha]	Max [kg/ha]	Min [N/ha]	Max [N/ha]
Forelle	4	102	204	2'000	4'000
Groppe	4	20	40	3'000	6'000
Elritze	4	18	36	7'000	14'000
Bachneunauge	4	0.5	1	400	800
Schmerle	5	64	-	16'000	-
Alet	2	19	38	280	550
Hecht	1	-	7.5	-	20
Schleie	1	-	3.75	-	30
Gründling	0	-	-	-	-
Karpfen	0	-	-	-	-
<b>Total</b>		<b>223.5</b>	<b>330.25</b>	<b>28'680</b>	<b>25'400</b>



## 4 Resultate Strecke 1 – Kontrolle

### 4.1 Habitataufnahmen

Die Mikrohabitate in diesem Abschnitt werden deutlich durch Steine die Stark mit Feinsedi- ment kolmatiert sind dominiert (Abbildung 4-1). Vorhanden aber nicht häufig sind Blöcke, Blö- cke ohne Interstitial, Kies, Wasserpflanzen, überhängende Vegetation, Sand und hart verbaute Sohle. Für Fische besonders attraktive Habitate wie Totholz und unterspülte Ufer fehlen. Ins- gesamt ist die Substratzusammensetzung wenig vielfältig und für Fische wenig attraktiv.

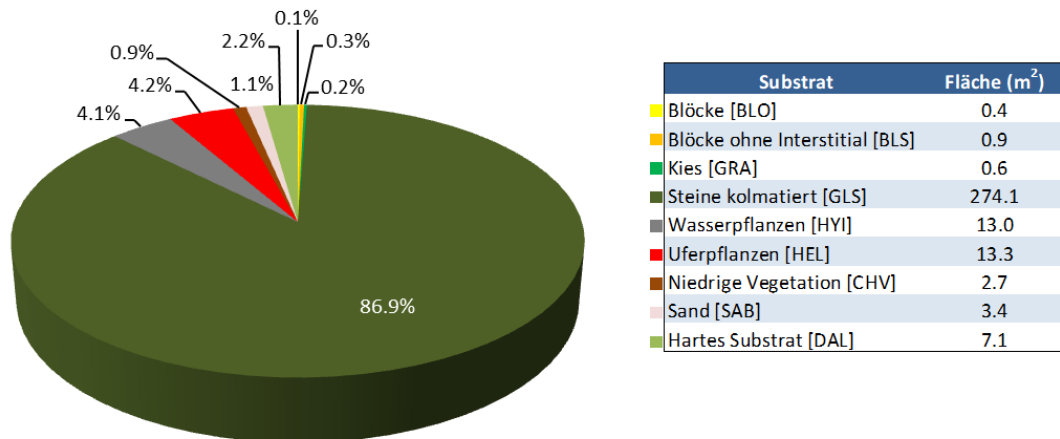


Abbildung 4-1. Substratzusammensetzung der Strecke 1 (Kontrolle).

Die Tiefenvariabilität dieser Strecke ist gering. So kommen nur drei Tiefenklassen vor, was für ein Gewässer wie die Bünz zu wenig ist. Die gesamte Strecke wird von geringen Tiefen zwi- schen 6 cm bis 20 cm dominiert. Vollständig fehlen Kolke, die den grösseren Fischen Unter- schlupf bieten (Abbildung 4-2). Eine Abfolge von Furt-Kolk Sequenzen ist nicht vorhanden.

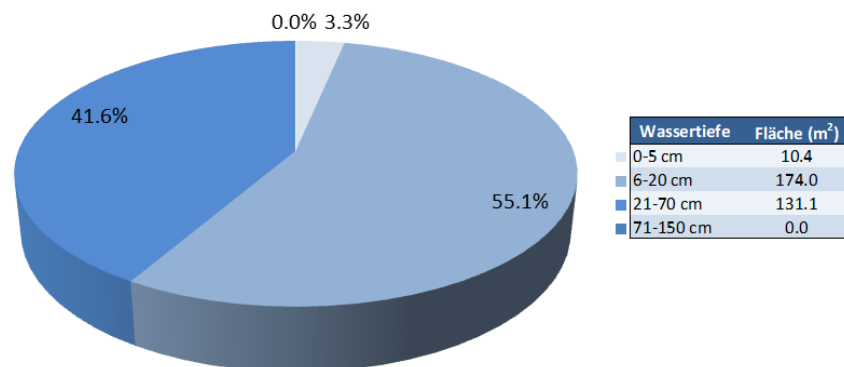


Abbildung 4-2. Häufigkeit der Tiefenklassen der Strecke 1 (Kontrolle).

Die Fließgeschwindigkeiten in der Kontrollstrecke sind wenig diversifiziert. So dominieren mässig durchströmte Bereiche (Abbildung 4-3). Furten mit hohen Fließgeschwindigkeiten feh- len (> 80 cm/s).

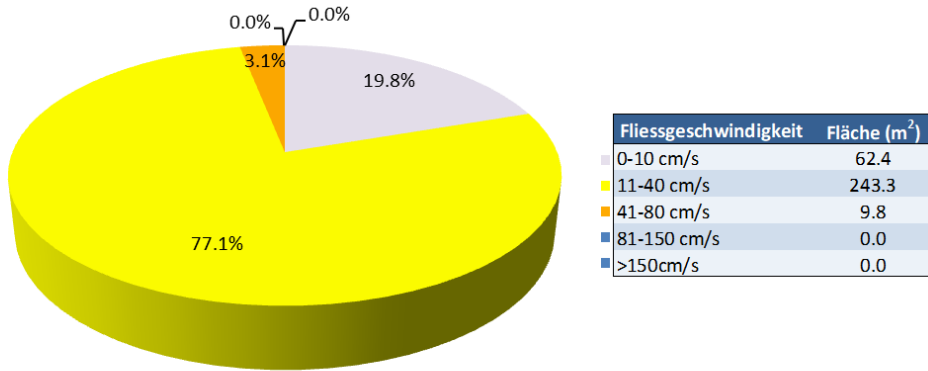


Abbildung 4-3. Häufigkeit der Fließgeschwindigkeitsklassen der Strecke 1 (Kontrolle).

Insgesamt ist die Tiefen- und Geschwindigkeitsvariabilität in der nicht revitalisierten Kontrollstrecke der Bünz unterhalb von Bünzen niedrig. Daher fällt der HMID tief aus. Auch der genauere Diversitätsindex des IAM, der auch die Substrate mit einbezieht, ist sehr niedrig. Dies ist durch den hohen Anteil am Mikrohabitat mittlerer Tiefe und mittlerer Fließgeschwindigkeit mit kolmatierten Steinen zu erklären. Dazu kommt eine geringe Attraktivität der Habitate. Der IAM-Wert liegt bei unattraktiven 0.34 (Abbildung 4-4). Dies weil attraktive Habitate wie Totholz und unterspülte Ufer fehlen, weil die Substratvielfalt gering ist und weil Kolke und schnellfließende Stellen (Furten) fehlen.

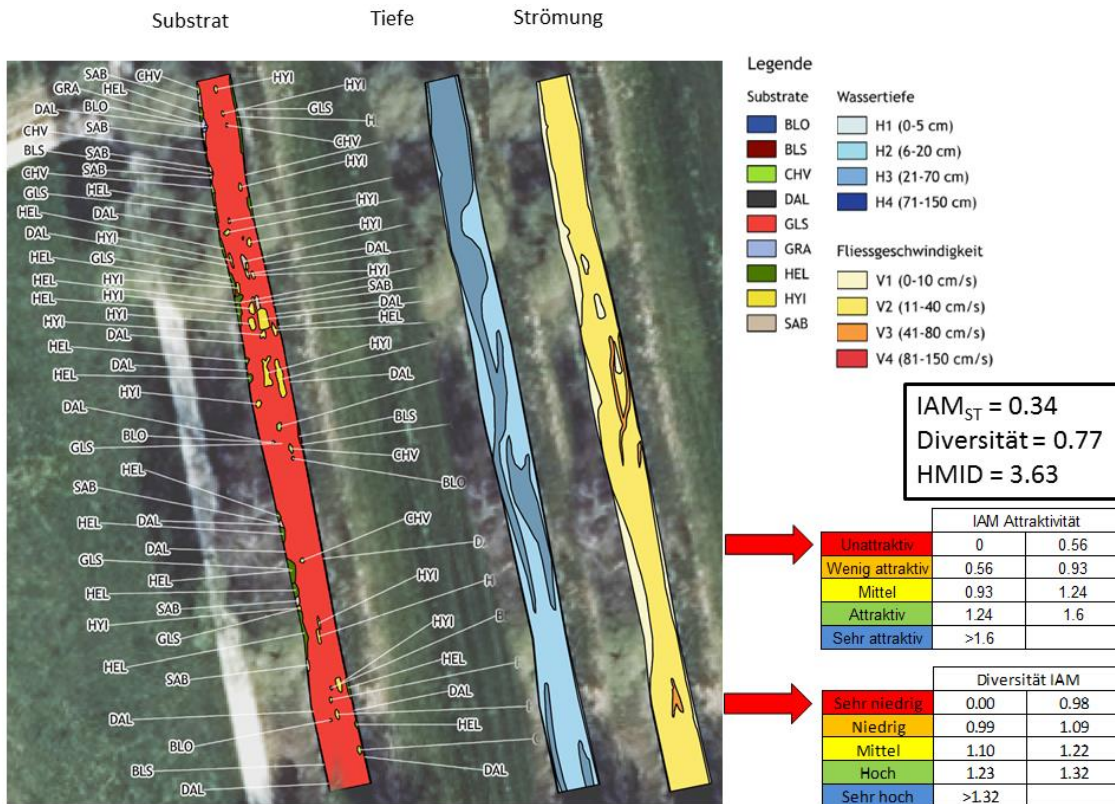


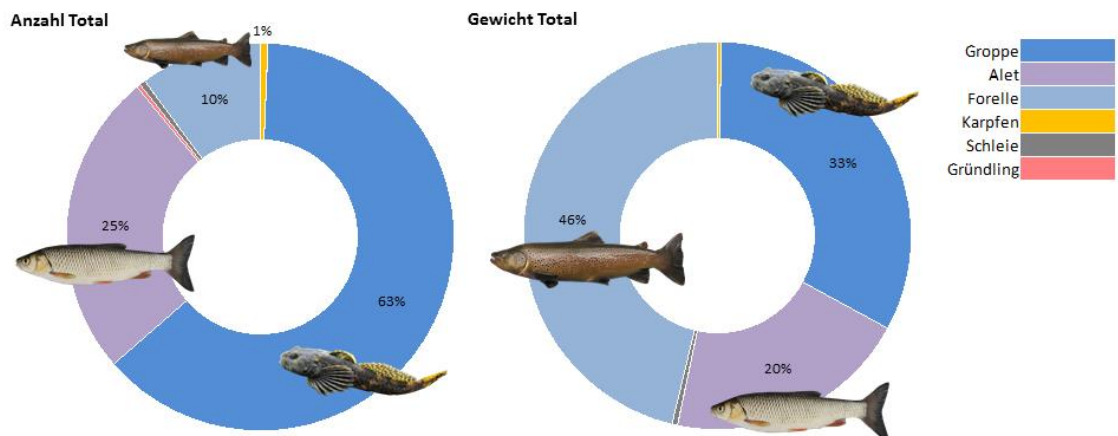
Abbildung 4-4. Substrate, Geschwindigkeit und Tiefe der Strecke 1 (Kontrolle). Angegeben sind ebenfalls der Attraktivitäts-Index nach IAM (IAM<sub>ST</sub>), die Diversität der Habitate nach IAM (basierend auf Tiefe, Geschwindigkeit und Substrate) und der Hydromorphologische Index der Diversität (HMID, basierend auf Tiefe und Geschwindigkeit).



## 4.2 Fische

### 4.2.1 Artenzusammensetzung

In der Kontrollstrecke wurden 2017 insgesamt sechs Fischarten gefangen (Groppe, Alet, Forelle, Karpfen, Schleie und Gründling). Zahlenmässig war die Groppe dominant (63 % der Fänge) vor dem Alet (38 %) und der Forelle (10 %). Karpfen, Schleien und Gründlinge wurden nur wenige gefangen (Abbildung 4-5). Die Forelle stellt mit 46 % den grössten Anteil an der Biomasse, gefolgt von Groppe (33 %) und Alet (20 %).

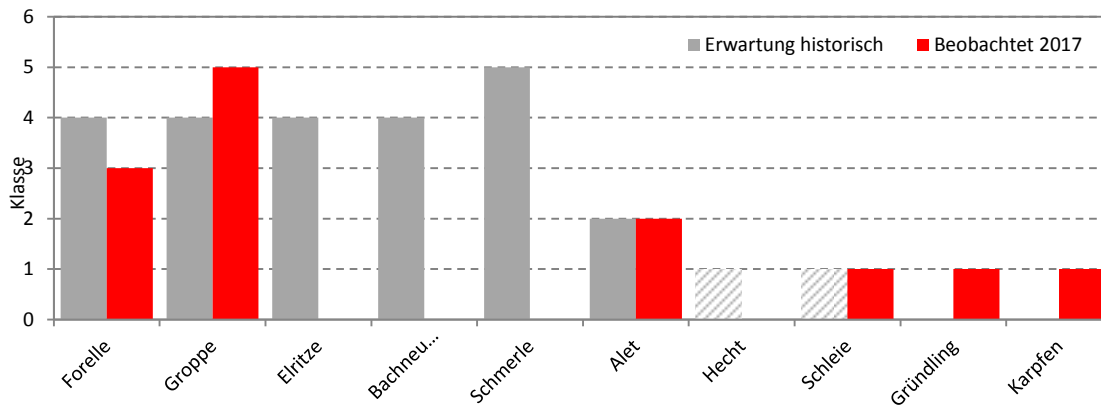


**Abbildung 4-5.** Artenzusammensetzung als Anzahl (links) und als Biomasse (rechts) der gefangenen Fische der Strecke 1 (Kontrolle).



**Abbildung 4-6.** Beispiel für die Grösse der Groppen, die in der Kontrollstrecke gefangen wurden.

## 4.2.2 Quantitative Auswertungen



**Abbildung 4-7.** Vergleich der gefangenen Fischbiomasse (in Klassen pro Art, in rot) mit der minimal erwarteten Biomasse [5] für ein Gewässer der unteren Forellenregion nach Verneaux [10].

Die Resultate der quantitativen Abfischung sind in Tabelle 4-1 zusammengefasst. Die Dichte und Biomasse der Forelle ist geringer als theoretisch für ein Gewässer der unteren Forellenregion erwartet (Abbildung 4-7). Gropfen sind sehr zahlreich und übertreffen die Erwartungen. Die beobachtete Gesamtfischbiomasse ist etwas zu tief (beobachtet 171 kg/ha, erwartet würden mindestens 200 kg/ha). Das Artenspektrum weicht vom natürlichen bzw. historischen Spektrum ab, denn das Bachneunauge, die Elritze und die Schmerle konnten nicht nachgewiesen werden. Zudem kommen Schleie, Karpfen und Gründling vor, die historisch nicht beschrieben wurden. Die Fischartenzusammensetzung und die Biomasse weichen also von dem historischen Zustand ab (Abbildung 3-6).

**Tabelle 4-1.** Resultate der quantitativen Abfischung der Strecke 1. Die Anzahl und die Biomasse der in der Strecke 1 insgesamt vorhandenen Fische wurden anhand einer „Maximum Weighted Likelihood“-Methode nach Carle + Strub von 1978 geschätzt [2].

	Groppe	Alet	Forelle	Karpfen	Schleie	Gründling
Anzahl Durchgang 1	259	119	59	4	1	2
Anzahl Durchgang 2	132	39	4	0	2	0
Anzahl Durchgang 3	-	-	-	-	-	-
Anzahl Durchgang 4	-	-	-	-	-	-
Anzahl Total	391	158	63	4	3	2
<b>Anzahl Total/ha</b>	<b>12'393</b>	<b>5'008</b>	<b>1'997</b>	<b>127</b>	<b>95</b>	<b>63</b>
Biomasse [kg] Durchgang 1	1.00	0.91	2.16	0.02	0.01	0.00
Biomasse [kg] Durchgang 2	0.55	0.06	0.04	0.00	0.02	0.00
Biomasse [kg] Durchgang 3	-	-	-	-	-	-
Biomasse [kg] Durchgang 4	-	-	-	-	-	-
Biomasse Total	1.55	0.97	2.20	0.02	0.02	0.00
<b>Biomasse Total [kg/ha]</b>	<b>49.10</b>	<b>30.68</b>	<b>69.67</b>	<b>0.51</b>	<b>0.70</b>	<b>0.02</b>
Anzahl nach Carle & Strub	524	176	63	4	4	2
95% Konfidenz oben	550	185	64	4	7	2
95% Konfidenz unten	498	167	62	4	1	2
<b>Anzahl nach Carle &amp; Strub/ha</b>	<b>16'609</b>	<b>5'578</b>	<b>1'997</b>	<b>127</b>	<b>127</b>	<b>63</b>
<b>Biomasse nach Carle &amp; Strub [kg/ha]</b>	<b>65.80</b>	<b>34.17</b>	<b>69.67</b>	<b>0.51</b>	<b>0.93</b>	<b>0.02</b>



### 4.2.3 Längenverteilung

Bei den Forellen waren 0+-Fische (<140mm) in der Kontrollstrecke recht zahlreich vorhanden (Abbildung 4-8). 1+-Forellen fehlen aber gänzlich. Adulte konnten nur 4 Forellen gefangen werden. Auch beim Alet wurden praktisch nur juvenile, vermutlich 1+-Fische (< 70mm) gefangen. Nur die Groppe weist eine recht natürliche Längenverteilung auf.

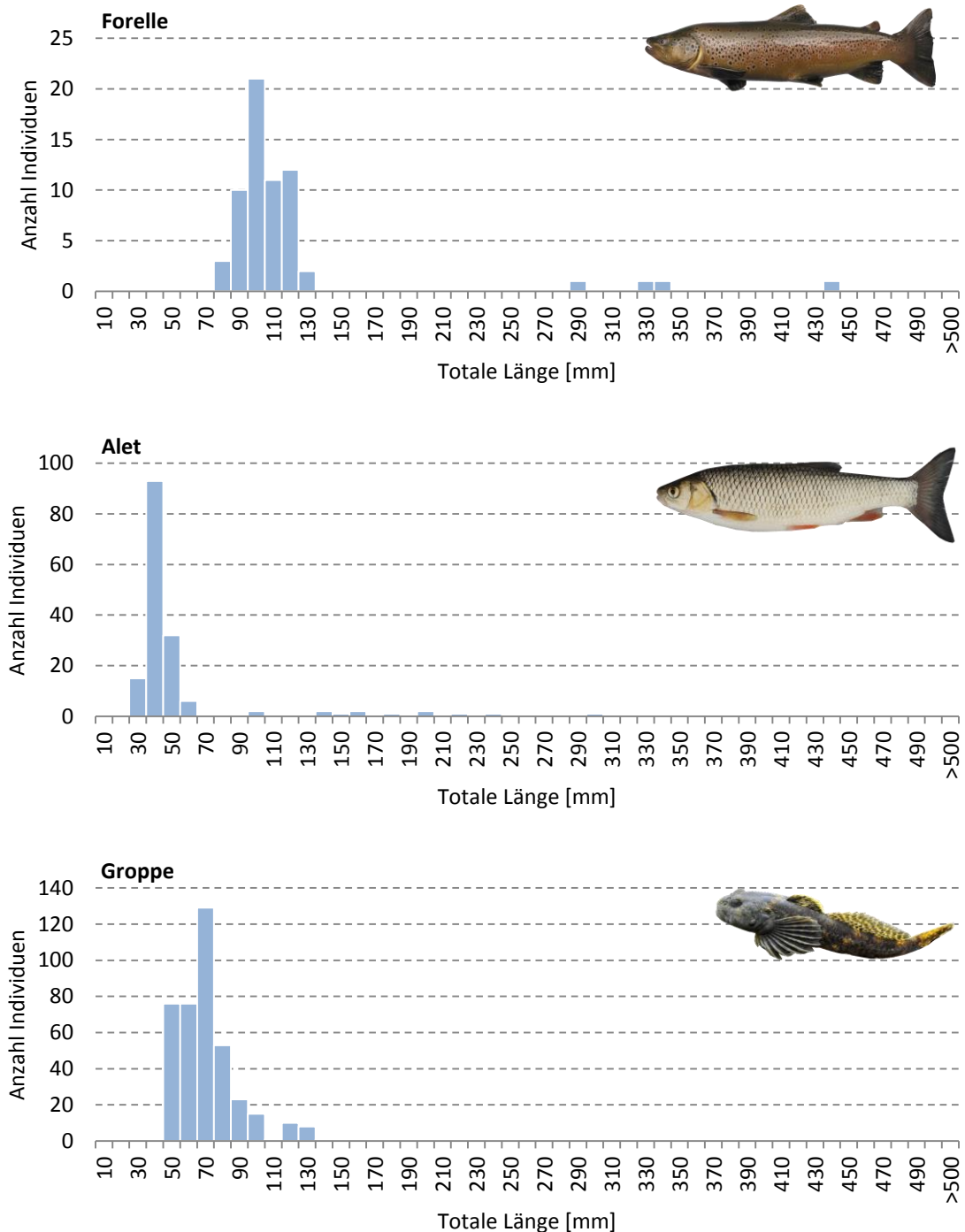


Abbildung 4-8. Längenverteilung der Forellen (oben), der Alet (mitte) und der Groppe (unten).

### **4.3 Fazit Strecke 1 - Kontrollstrecke**

Die IAM-Auswertung zeigt, dass die Habitate in dieser Strecke wenig vielfältig und wenig attraktiv sind. So dominieren leicht durchströmte Bereiche mit kolmatierten Steinen als Substrat. Nur die Groppe, die mässig durchflossene Bereiche mit Steinen als Habitat bevorzugt, ist in erwarteten Mengen vorhanden. Die Forelle ist untervertreten und Elritze, Bachneunauge und Schmerle fehlen ganz.

## 5 Resultate Strecke 2 – revitalisiert

### 5.1 Habitataufnahmen

Die Mikrohabitate in diesem Abschnitt sind äusserst vielfältig. Die vorhandenen Substrate sind vielfältig und keines ist zu dominant. Es sind auch attraktive Habitate vorhanden wie Blöcke, unterspülte Ufer, Totholz und überhängende Vegetation (Abbildung 5-1). Insgesamt ist die Substratzusammensetzung für Fische vielfältig und durch eine gute Attraktivität geprägt.

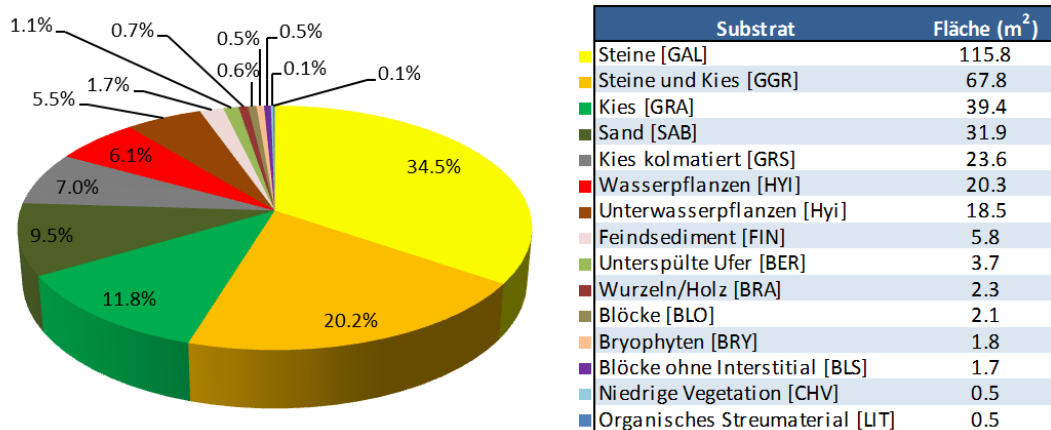


Abbildung 5-1. Substratzusammensetzung der Strecke 2 (revitalisiert).

Die Tiefenvariabilität dieser Strecke ist mässig bis hoch. So kommen vier Tiefenklassen vor, was für ein Gewässer wie die Bünz mindestens zu erwarten ist (Abbildung 5-2). Es sind Kolk- Furt-Sequenzen vorhanden, der Anteil an tiefen Kolken ist aber etwas gering.

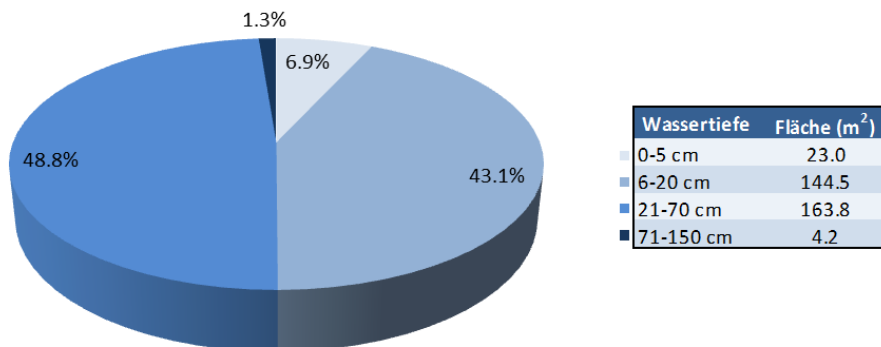


Abbildung 5-2. Häufigkeit der Tiefenklassen der Strecke 2 (revitalisiert).

Die Fliessgeschwindigkeiten in der revitalisierten Strecke sind recht gut diversifiziert. So gibt es strömungsberuhigte, mittelstark und für des geringe Gefälle der Bünz auch stärker durchströmte Bereiche (Abbildung 5-3). Es fehlen aber Bereiche mit hohen Fliessgeschwindigkeiten (> 80 cm/sec).



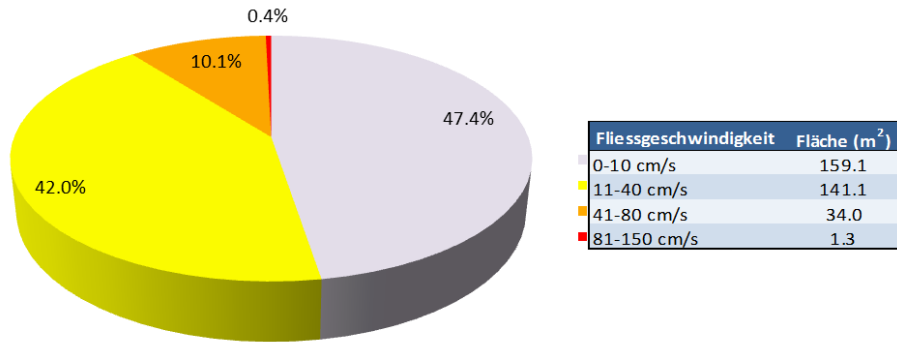


Abbildung 5-3. Häufigkeit der Fließgeschwindigkeitsklassen der Strecke 2 (revitalisiert).

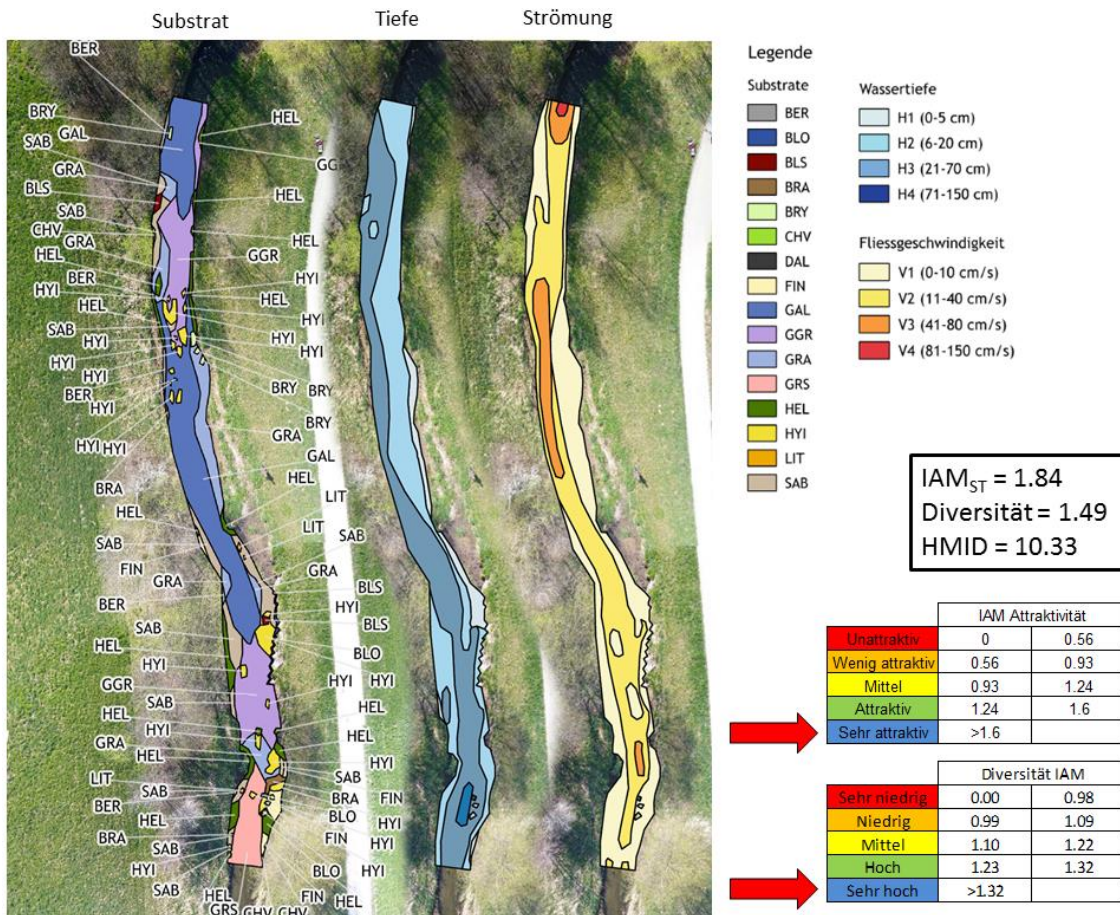


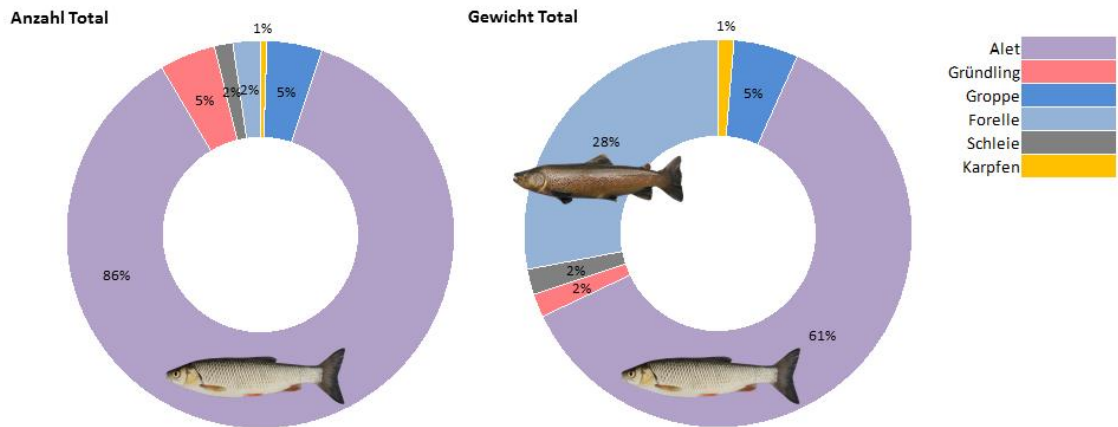
Abbildung 5-4. Substrate, Geschwindigkeit und Tiefe der Strecke 2 (revitalisiert). Angegeben sind ebenfalls der Attraktivitäts-Index nach IAM, die Diversität der Habitate nach IAM (basierend auf Tiefe, Geschwindigkeit und Substrate) und der Hydromorphologisch-Index der Diversität (basierend auf Tiefe und Geschwindigkeit).

Insgesamt sind die Tiefen- und Geschwindigkeitsvariabilität in der unteren revitalisierten Strecke hoch. Daher fällt der HMID auch eher hoch aus. Der genauere Diversitätsindex des IAM, der auch die Substrate mit einbezieht, fällt sehr hoch aus. Dies ist durch die hohe Substratvielfalt zu erklären. Dank dieser hohen Habitatvielfalt fällt auch der IAM-Index massiv besser aus als in der Kontrollstrecke und erreicht ein Niveau, wie dies auch in einem natürlichen Gewässer zu beobachten wäre.

## 5.2 Fische

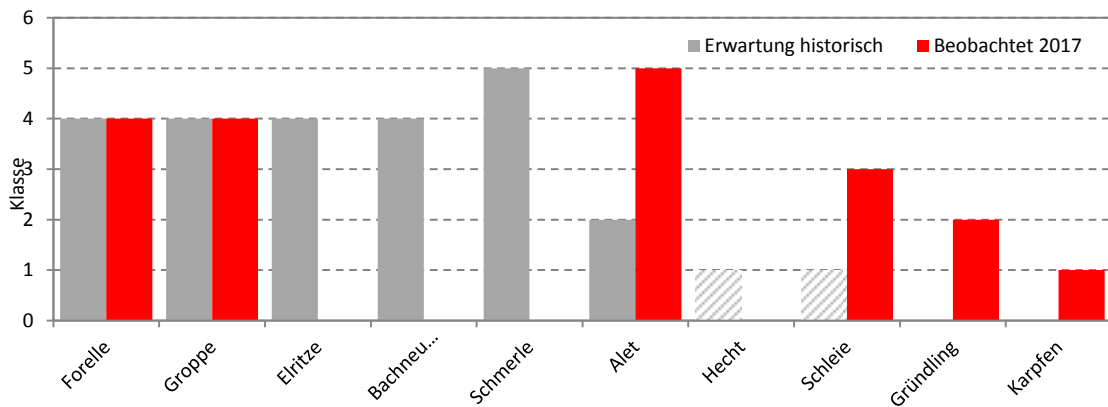
### 5.2.1 Artenzusammensetzung

In der mittleren revitalisierten Strecke wurden 2017 ebenfalls sechs Fischarten gefangen (Alet, Gründling, Groppe, Forelle, Schleie, Karpfen). Zahlenmässig war der Alet sehr dominant (86 % der Fänge) vor dem Gründling und der Groppe (je 5 %; Abbildung 4-5). Die Biomasse wird ebenfalls durch den Alet dominiert (61%), vor der Forelle (28%) und der Groppe (5%).



**Abbildung 5-5.** Artenzusammensetzung als Anzahl (links) und als Biomasse (rechts) der gefangenen Fische der Strecke 2 (revitalisiert verzweigt).

### 5.2.2 Quantitative Auswertungen



**Abbildung 5-6.** Vergleich der gefangenen Fischbiomasse (in Klassen pro Art, in rot) mit der minimal erwarteten Biomasse [5] für ein Gewässer der unteren Forellenregion nach Verneaux [6].

Die Resultate der quantitativen Abfischung sind in Tabelle 5-1 zusammengefasst. Die Dichte und Biomasse der Forelle und der Groppe, entspricht in etwa den theoretisch minimal erwarteten Werten für ein Gewässer wie die Bünz im ursprünglichen Zustand (Abbildung 5-6). Der Bestand für den Alet und die Schleie liegt sogar darüber. Gänzlich fehlen auf dieser Strecke das Bachneunauge, die Schmerle und die Elritze. Die beobachtete Gesamtfischbiomasse ist mit 420 kg/ha sehr hoch und deutlich über dem minimal erwarteten Wert von ca. 200 kg/ha.

**Tabelle 5-1.** Resultate der quantitativen Abfischung der Strecke 2. Die Anzahl und die Biomasse der in der Gewässerstrecke insgesamt vorhandenen Fische wurden anhand einer „Maximum Weighted Likelihood“-Methode nach Carle + Strub von 1978 geschätzt [2].

Fischart	Alet	Gründling	Groppe	Forelle	Schleie	Karpfen
Anzahl Durchgang 1	1'634	85	52	50	36	11
Anzahl Durchgang 2	561	34	65	8	3	3
Anzahl Durchgang 3	-	-	-	-	-	-
Anzahl Durchgang 4	-	-	-	-	-	-
Anzahl Total	2'195	119	117	58	39	14
<b>Anzahl Total/ha</b>	<b>65'425</b>	<b>3'547</b>	<b>3'487</b>	<b>1'729</b>	<b>1'162</b>	<b>417</b>
Biomasse [kg] Durchgang 1	0.96	0.09	0.33	0.21	0.02	0.04
Biomasse [kg] Durchgang 2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Biomasse [kg] Durchgang 3	-	-	-	-	-	-
Biomasse [kg] Durchgang 4	-	-	-	-	-	-
Biomasse [kg] Total	0.96	0.09	0.33	0.21	0.02	0.04
<b>Biomasse [kg/ha] Total</b>	<b>247.93</b>	<b>7.84</b>	<b>21.76</b>	<b>113.26</b>	<b>8.64</b>	<b>5.39</b>
Anzahl nach Carle & Strub	2'487	140		59	39	14
95% Konfidenz oben	2'523	150		61	40	15
95% Konfidenz unten	2'451	130		57	38	13
Anzahl nach Carle & Strub/ha	74'128	4'173		1'759	1'162	417
<b>Biomasse nach Carle &amp; Strub [kg/ha]</b>	<b>280.91</b>	<b>9.22</b>		<b>115.23</b>	<b>8.64</b>	<b>5.39</b>

### 5.2.3 Längenverteilung

Bei den Forellen waren 0+-Fische (<140mm) mässig zahlreich vorhanden (Abbildung 4-7). Dafür konnten auch 1+ und ältere Forellen gefangen werden. Die Längenverteilung ist auch beim Alet und bei der Groppe naturnah. Daraus kann gefolgert werden, dass die Populationsstruktur der dominanten Arten eher natürlich sind.

## 5.3 Fazit Strecke 2 – revitalisiert

Die IAM-Auswertung zeigt, dass die Habitate in dieser Strecke sehr vielfältig und attraktiv sind. Dies widerspiegelt sich im Fischbestand der eine höhere Biomasse aufweist als die Kontrollstrecke (245 %). Dies ist auf eine deutlich höhere Biomasse bei der Forelle (165 %) und insbesondere beim Alet (432 %) im Vergleich zur Kontrollstrecke zurückzuführen. Der Bestand der Groppen liegt im Vergleich zur Kontrollstrecke bei nur 33 %. Die Revitalisierung hat in diesem Bereich also zu einer deutlichen Erhöhung des Fischbestands geführt.



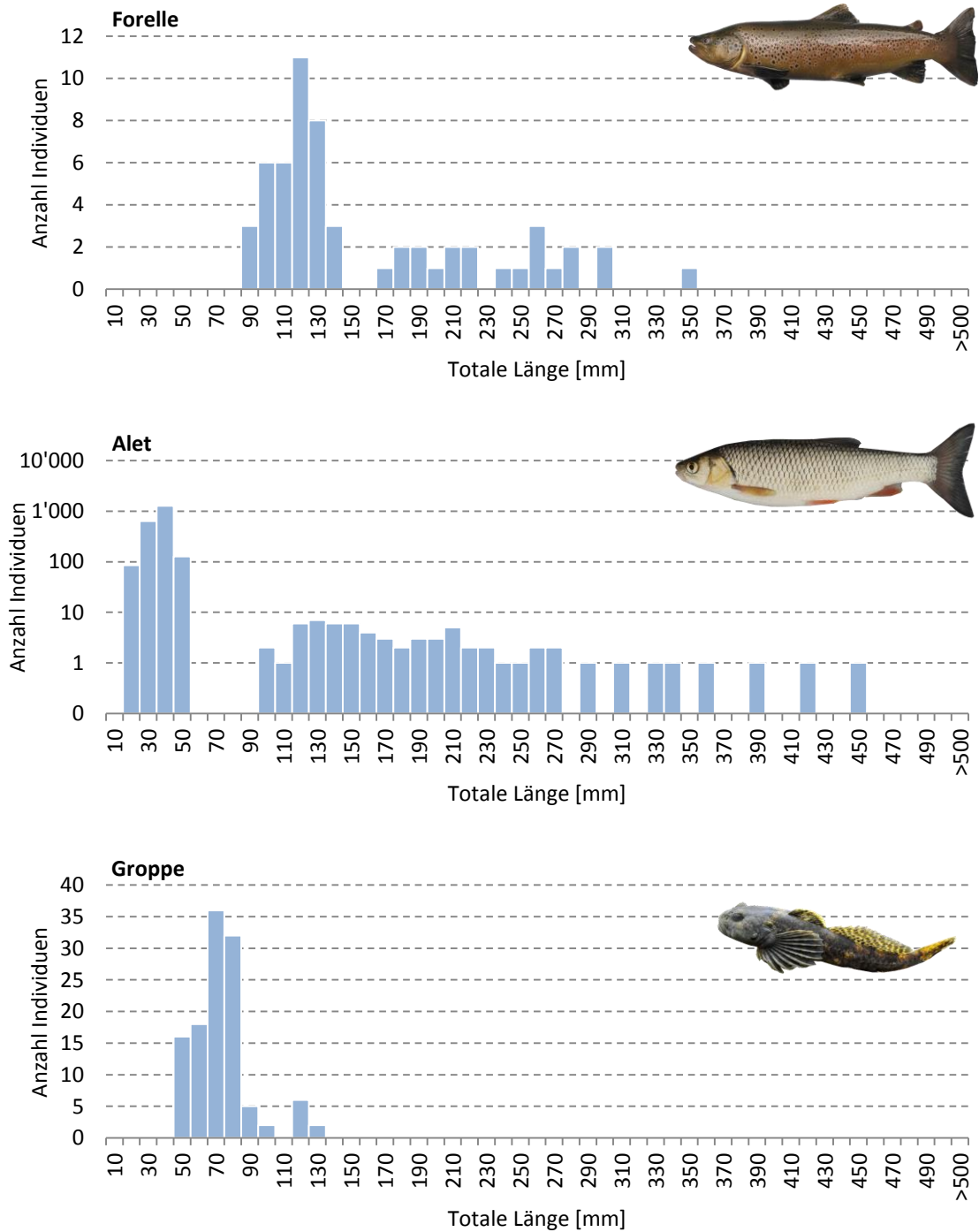


Abbildung 5-7. Längenverteilung der Forellen (oben), der Alet (mitte) und der Gropen (unten).

## 6 Resultate Strecke 3 – verzweigt revitalisiert

### 6.1 Habitataufnahmen

Die Substrate und Strukturen in diesem Abschnitt sind ebenfalls sehr vielfältig, auch wenn leicht weniger als in der Strecke 2. Am häufigsten sind die Substrate Kies, Feinsediment und Sand. Diese stellen zusammen ca. 80 % des Substrates dar. Für Fische attraktive Habitate sind insbesondere überhängende Vegetation, Totholz und unterspülte Ufer. Andere attraktive Habitate wie Blöcke und Steine sind nur sehr wenige vorhanden (Abbildung 4-1). Insgesamt ist die Substratzusammensetzung für Fische vielfältig aber durch eine geringe Attraktivität geprägt.

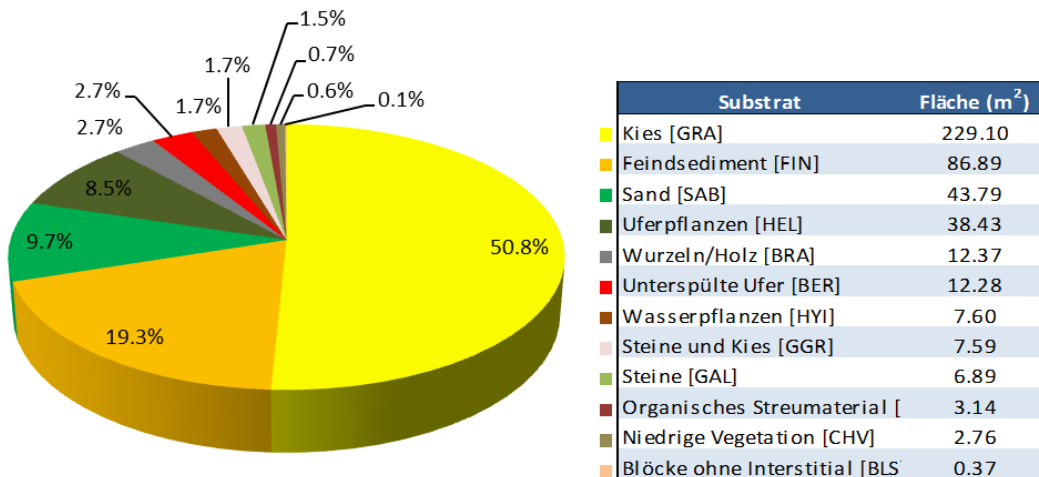


Abbildung 6-1. Substratzusammensetzung der Strecke 3 (revitalisiert verzweigt).

Die Tiefenvariabilität dieser Strecke ist hoch. Es kommen vier Tiefenklassen vor, was für ein Gewässer wie die Bünz in etwa zu erwarten ist. Es sind Kolk-Furt-Sequenzen vorhanden, der Anteil an Kolken ist dabei den Erwartungen entsprechend (Abbildung 6-2).

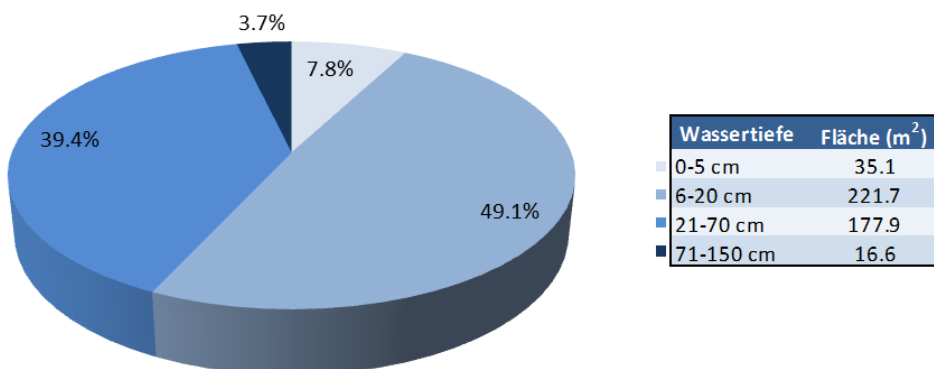


Abbildung 6-2. Häufigkeit der Tiefenklassen der Strecke 3 (revitalisiert verzweigt).

Die Fließgeschwindigkeiten in der revitalisierten Strecke sind wenig diversifiziert. So dominieren strömungsberuhigte Bereiche, was für Fließgewässer atypisch ist (ca. 53 % der Fläche < 10cm/sec, Abbildung 6-3). Dies wird insbesondere durch den kleinen Nebenarm verursacht, der kaum Fließstrecken aufweist. Stark fließende Bereiche sind deutlich untervertreten. Dies dürfte auf die hohe mittlere Breite der beiden Gerinne zurückzuführen sein.

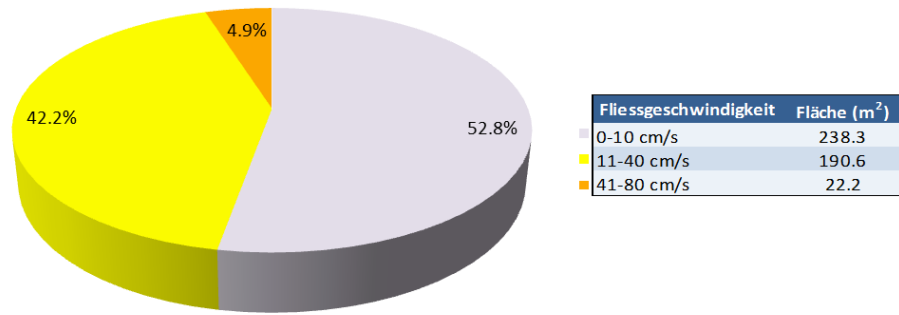


Abbildung 6-3. Häufigkeit der Fließgeschwindigkeitsklassen der Strecke 3 (revitalisiert verzweigt).

Insgesamt ist die Tiefenvariabilität in der oberen revitalisierten Strecke hoch. Die Geschwindigkeitsvariabilität ist eher gering. Der HMID fällt trotzdem eher gut aus. Die Substratvielfalt ist recht hoch, weshalb der genauere Diversitätsindex des IAM, der auch die Substrate mit einbezieht, sehr hoch ausfällt. Für Fische attraktive Substrate und Strukturen wie Totholz, unterspülte Ufer und Blöcke und Steine sind aber untervertreten. Aufgrund des Fehlens von attraktiven Substraten und wegen der geringen Strömung fällt der IAM-Attraktivitätsindex mit einem Wert von 0.9 knapp niedrig aus.

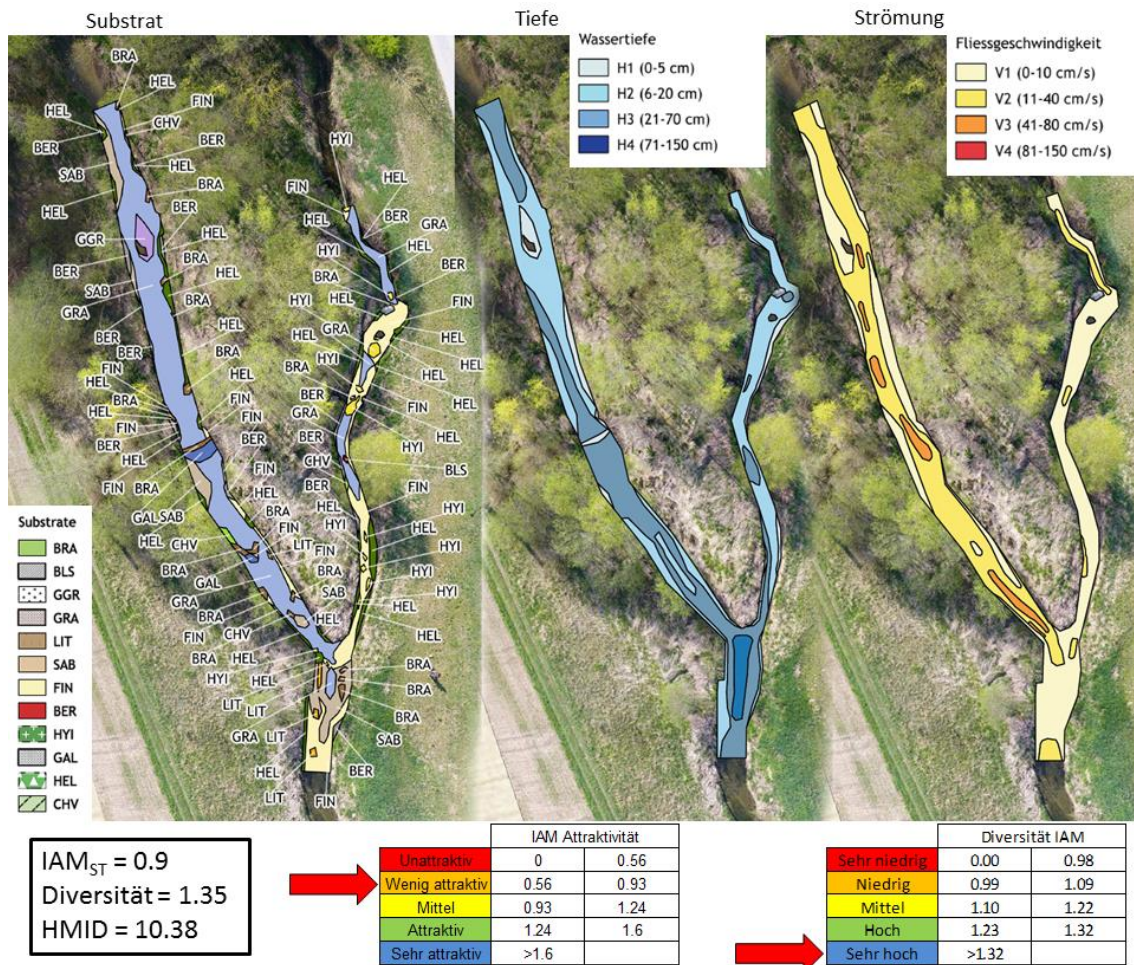


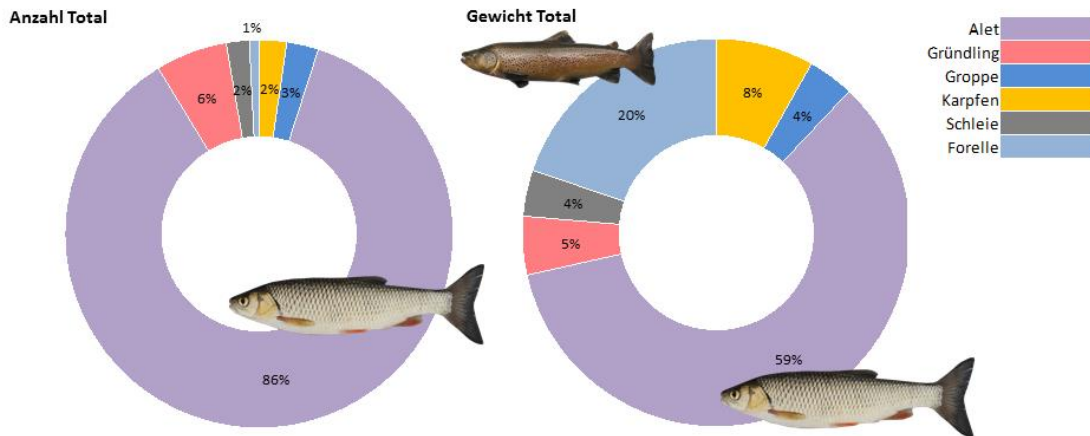
Abbildung 6-4. Substrate, Geschwindigkeit und Tiefe der Strecke 3 (revitalisiert verzweigt). Angegeben sind ebenfalls der Attraktivitäts-Index nach IAM, die Diversität der Habitate nach IAM (basierend auf Tiefe, Geschwindigkeit und Substrate) und der Hydromorphologische Index der Diversität (basierend auf Tiefe und Geschwindigkeit).



## 6.2 Fische

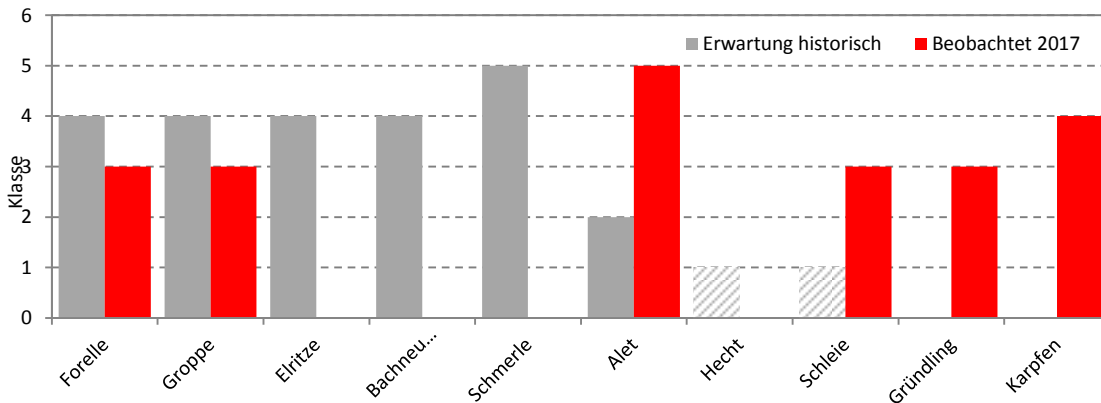
### 6.2.1 Artenzusammensetzung

In der verzweigten revitalisierten Strecke 3 wurden 2017 sechs Fischarten gefangen (Alet, Gründling, Groppe, Karpfen, Schleie, Forelle). Zahlenmässig war der Alet klar dominant (86 % der Fänge) vor dem Gründling (3 %) und der Groppe (3 %; Abbildung 6-5). Die Biomasse wird ebenfalls durch den Alet dominiert (59 %), gefolgt von der Forelle (20 %), dem Karpfen (8%) und dem Gründling (5 %).



**Abbildung 6-5.** Artenzusammensetzung als Anzahl (links) und als Biomasse (rechts) der gefangenen Fische der Strecke 3 (revitalisiert verzweigt).

### 6.2.2 Quantitative Auswertungen



**Abbildung 6-6.** Vergleich der gefangenen Fischbiomasse (in Klassen pro Art, in rot) mit der minimal erwarteten Biomasse für ein Gewässer der unteren Forellenregion (nach Verneaux [6]).

Die Resultate der quantitativen Abfischung sind in Tabelle 4-1 zusammengefasst. Die Dichte und Biomasse der Forelle liegt deutlich unter den theoretisch erwarteten Werten für ein Gewässer im ursprünglichen Zustand (Abbildung 6-6). Dies gilt auch für die Groppe. Das Bachneunauge, die Schmerle und die Elritze fehlen auch in dieser Strecke. Der Alet ist mit einer sehr hohen Dichte und Biomasse vertreten. Die Biomassen zeigen ein ähnliches Bild. Die beobachtete Gesamtfischbiomasse ist mit 352 kg/ha sehr hoch und deutlich über dem minimal erwarteten Wert.

teten Wert von 197 kg/ha. Der Alet, die Schleie und der Karpfen machen aber 75 % davon aus. Typische Arten der Forellenregion (Groppe, Bachforelle) sind mit insgesamt 84 kg/ha deutlich untervertreten.

**Tabelle 6-1.** Resultate der quantitativen Abfischung der Strecke 3. Die Anzahl und die Biomasse der in der Gewässerstrecke insgesamt vorhandenen Fische wurden anhand einer „Maximum Weighted Likelihood“-Methode nach Carle + Strub von 1978 geschätzt [2].

Fischart	Alet	Gründling	Groppe	Karpfen	Schleie	Forelle
Anzahl Durchgang 1	3'477	222	51	79	79	35
Anzahl Durchgang 2	581	59	74	29	11	3
Anzahl Durchgang 3	-	-	-	-	-	-
Anzahl Durchgang 4	-	-	-	-	-	-
Anzahl Total	4'058	281	125	108	90	38
<b>Anzahl Total/ha</b>	<b>89'918</b>	<b>6'226</b>	<b>2'770</b>	<b>2'393</b>	<b>1'994</b>	<b>842</b>
Biomasse [kg] Durchgang 1	1.67	0.20	0.31	0.34	0.07	0.15
Biomasse [kg] Durchgang 2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Biomasse [kg] Durchgang 3	-	-	-	-	-	-
Biomasse [kg] Durchgang 4	-	-	-	-	-	-
Biomasse [kg] Total	1.67	0.20	0.31	0.34	0.07	0.15
<b>Biomasse [kg/ha] Total</b>	<b>210.92</b>	<b>17.31</b>	<b>13.61</b>	<b>29.01</b>	<b>13.69</b>	<b>70.15</b>
Anzahl nach Carle & Strub	4'174	301		123	91	38
95% Konfidenz oben	4'195	310		131	93	39
95% Konfidenz unten	4'153	292		115	89	37
Anzahl nach Carle & Strub/ha	92'488	6'670		2'725	2'016	842
<b>Biomasse nach Carle &amp; Strub [kg/ha]</b>	<b>216.95</b>	<b>18.54</b>		<b>33.03</b>	<b>13.84</b>	<b>70.15</b>

### 6.2.3 Längenverteilung

Bei den Forellen waren nur wenige 0+-Fische (<140mm) vorhanden (Abbildung 6-7). Wie in Strecke 2 konnten auch in der Strecke 3 1+ und ältere Forellen gefangen werden. Allerdings weniger zahlreich als in der Strecke 2. Der Alet weist eine sehr hohe Anzahl 0+-Jungfische aus. Insbesondere der langsam fließende Nebenarm war sehr dicht mit 0+-Alet besiedelt.

## 6.3 Fazit Strecke 3

Die IAM-Auswertung zeigt, dass die Habitate in dieser Strecke sehr vielfältig, aber für Fische insgesamt eher wenig attraktiv sind. Die gefangene Fischbiomasse ist sehr hoch, aber geringer als in Strecke 2. Der Bestand wird klar durch den Alet dominiert. Typische Arten der Forellenregion sind deutlich untervertreten und gar weniger vertreten (Groppe) als in der nicht revitalisierten Kontrollstrecke.

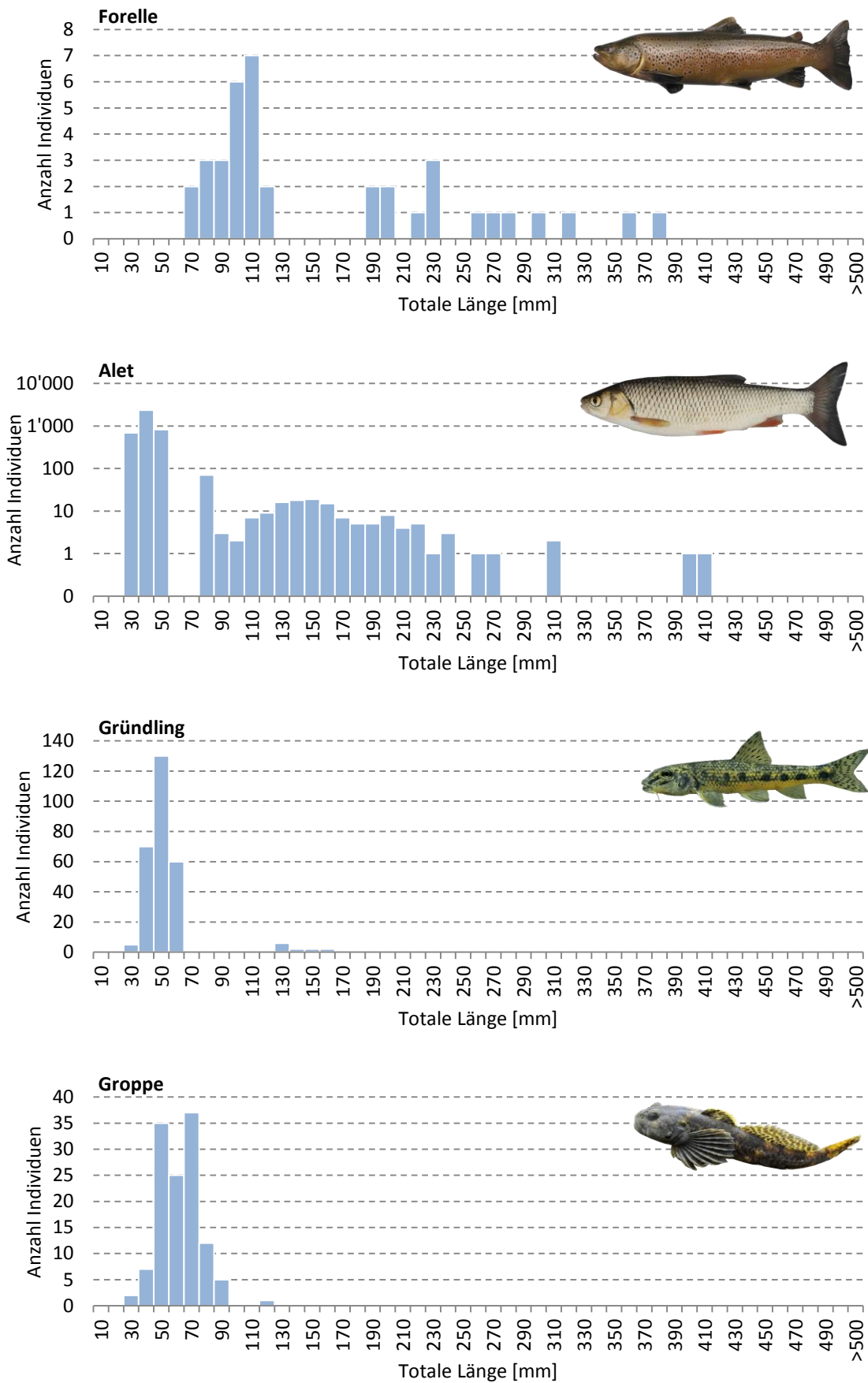


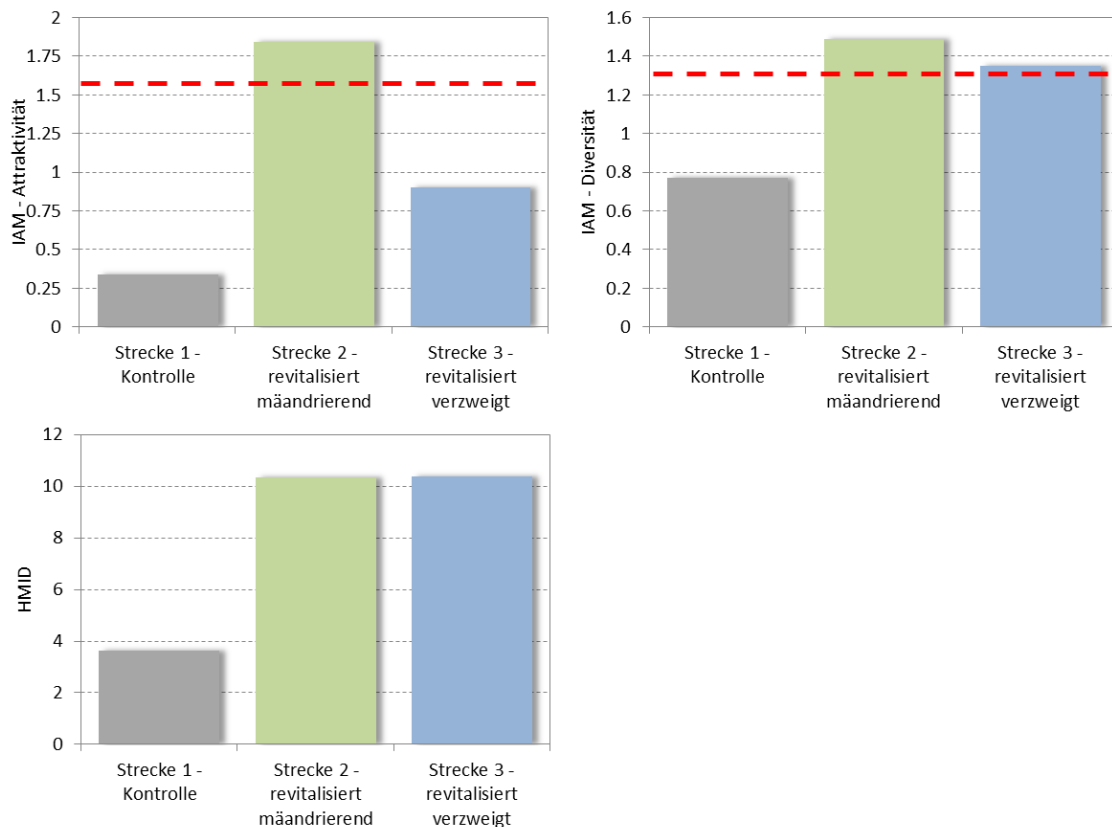
Abbildung 6-7. Längenverteilung der Forellen, Alet, Gründlinge und Groppen.



## 7 Resultate - Vergleiche zwischen den Strecken

### 7.1 Habitataufnahmen

Der Vergleich der IAM-Aufnahmen zwischen den drei Strecken zeigt, dass der IAM-Wert in beiden revitalisierten Strecken höher ist als in der Kontrollstrecke (Abbildung 7-1). Die Attraktivität der Habitats für Fische wurde also verbessert. In der unteren mäandrierenden Strecke (Strecke 2) ist der IAM-Attraktivitätsindex dabei deutlich höher als in der verzweigten Strecke (Strecke 3). Die untere Strecke 2 weist eine hohe Attraktivität auf, die mit der eines natürlichen Gewässers vergleichbar ist. In der verzweigten Strecke 3 ist die Attraktivität allerdings geringer, da schnell fließende Bereiche (ausgeprägte Furte) fehlen und weil die Substratzusammensetzung insgesamt weniger attraktiv ist als in der Strecke 2 (hoher Kies- und Feinsedimentanteil und weniger Steine). Ursächlich dafür dürfte die höhere mittlere Breite in der verzweigten Strecke 3 (beide Gerinne zusammengerechnet) von 5.27m im Vergleich zur Strecke 2 (4.15m) und zur Kontrollstrecke (4.05m) sein.



**Abbildung 7-1.** Vergleich der drei Strecken für die IAM-Attraktivität (oben links), für die IAM-Diversität (oben rechts) und für dem HMID (unten links). Erwartungswerte für eine gute Attraktivität und Diversität sind rot gestrichelt dargestellt.

Der IAM-Diversitätsindex ist in beiden revitalisierten Strecken sehr hoch und gegenüber der Kontrollstrecke deutlich verbessert. Dies, weil die Substratvielfalt sehr hoch ist und die Substrat/Fliessgeschwindigkeit/Wassertiefe-Kombinationen sehr vielfältig sind.

Der HMID zeigt sich in beiden revitalisierten Strecken ebenfalls deutlich erhöht. Dies weil die Breiten- Tiefen und Fliessgeschwindigkeitsvariabilität deutlich zugenommen hat. Er erreicht

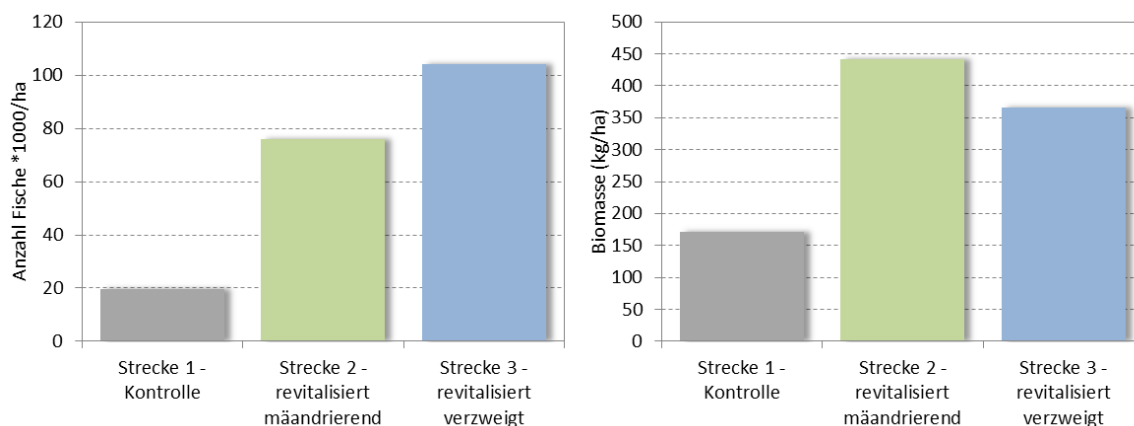
aber nicht sehr hohe Werte. Die Gründe dafür liegen in der Tatsache, dass der HMID nur die Wassertiefe und die Fließgeschwindigkeit für seine Berechnung benutzt. Gerade die beiden Variablen sind in den revitalisierten Strecken nicht sehr ausgeprägt, im Gegensatz zur Substratvielfalt. Die Bünz zeigt hier also direkt einen Nachteil des HMID auf, die Messgrößen sind zwar sehr einfach, vermögen aber die Komplexität und Vielfalt der Habitate eines Gewässers nur teilweise zu beschreiben.

## 7.2 Fischbestand

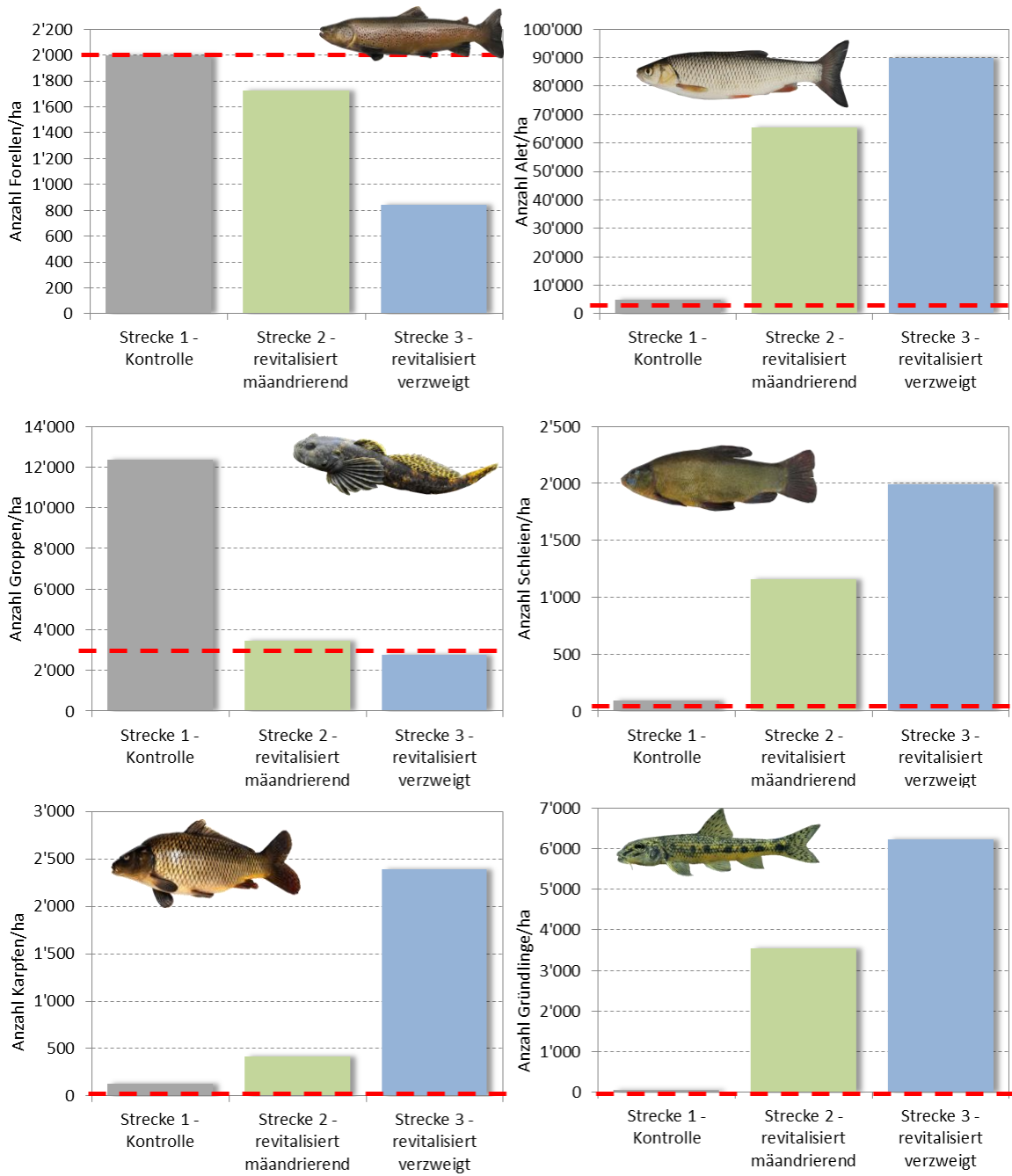
Die Anzahl gefangener Fische pro Hektare ist in beiden revitalisierten Strecken deutlich höher als in der Kontrollstrecke (Abbildung 7-2). In der Strecke 2 ist die Anzahl gefangener Fische gegenüber der Kontrolle um 384 % höher. In Strecke 3 gar um 529 % höher. Die Biomasse ist in der Strecke 2 gegenüber der Kontrolle um 257 % höher. In der Strecke 3 um 214 %. Insgesamt ist der Fischbestand in den revitalisierten Strecken also mehr als doppelt so gross wie in der Kontrollstrecke.

Interessant ist die Feststellung, dass der höhere Fischbestand sehr ungleich auf die verschiedenen Arten verteilt ist (Abbildung 7-3). Die Anzahl Forellen ist in den beiden revitalisierten Strecken geringer als in der Kontrollstrecke. Dies ist auf eine höhere 0+-Dichte in der Kontrollstrecke zurückzuführen. Die Biomasse ist nur in Strecke 2 höher als in der Kontrollstrecke, was auf einen höheren Anteil von grossen Forellen zurückzuführen ist (Abbildung 7-4). Die Groppe ist in beiden Strecken deutlich seltener (-72 %, bzw. -78 %). Dies dürfte auf den in der verzweigten Strecke geringeren Anteil des für die Groppe attraktiven und in der Kontrollstrecke dominanten Substrats Steine zurückzuführen sein.

Durch die Revitalisierung am meisten profitiert hat der Alet. In beiden revitalisierten Strecken ist seine Anzahl (Abbildung 7-3) und seine Biomasse (Abbildung 7-4) deutlich höher als in der Kontrollstrecke. Ebenfalls klar profitiert haben die nicht standorttypischen Arten Karpfen und Gründling sowie die früher bereits für die Bünz beschriebene Schleie. Diese haben insbesondere in der verzweigten Strecke 3 vom hohen Anteil langsam fließendem Habitat profitiert.

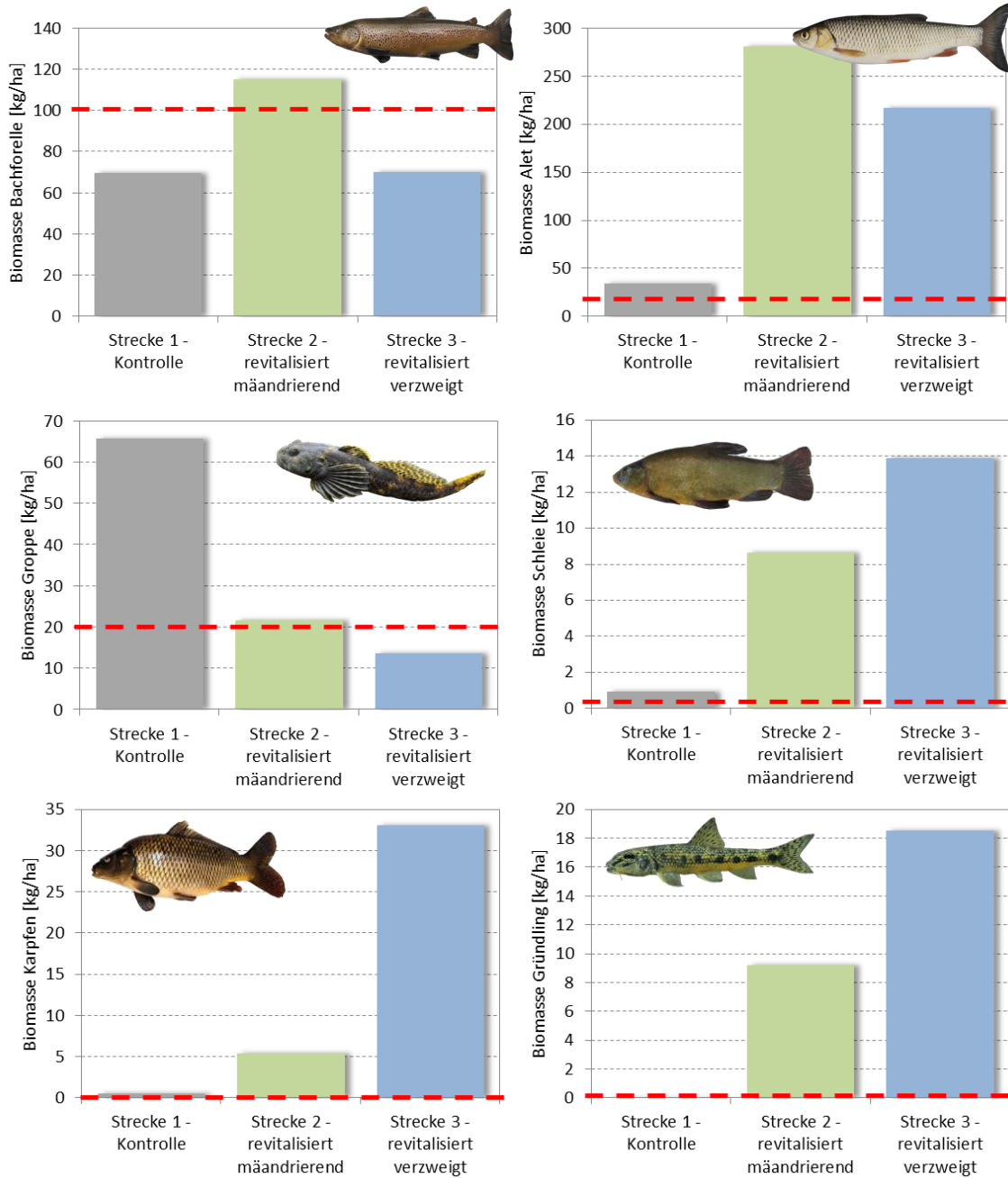


**Abbildung 7-2.** Vergleich der Anzahl (links) und der Biomasse (rechts) der in den drei Strecken gefangenen Fische pro Hektare.

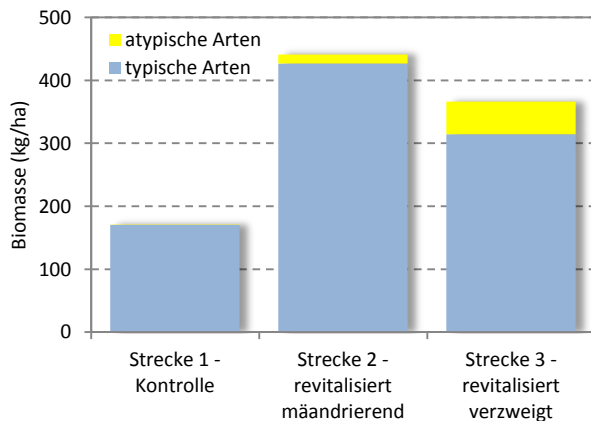


**Abbildung 7-3.** Vergleich der Anzahl Fische pro Hektare befischte Fläche der drei Strecken aufgeschlüsselt nach einzelnen Arten. Die rote gestrichelte Linie entspricht der minimal erwarteten Abundanz.





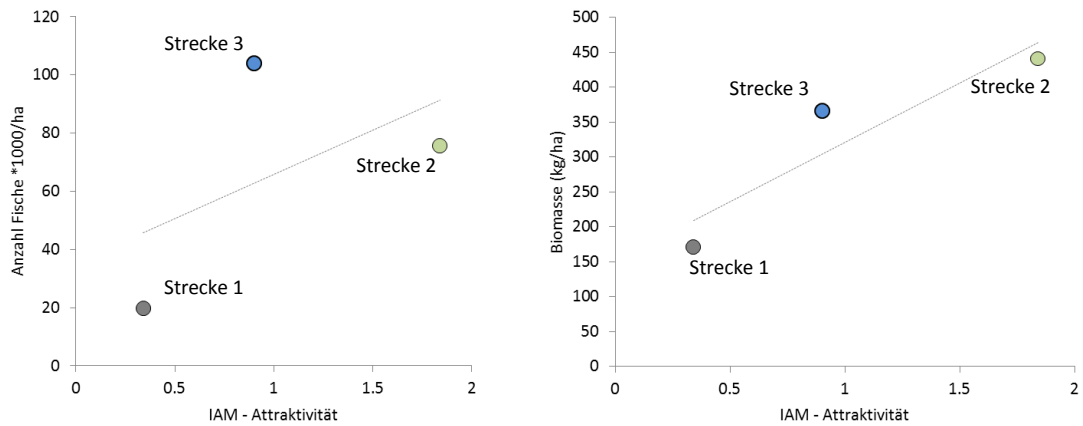
**Abbildung 7-4.** Vergleich der Biomasse der pro Hektare gefangenen Fische der drei Strecken aufgeschlüsselt nach einzelnen Arten. Die rote gestrichelte Linie entspricht der minimal erwarteten Biomasse.



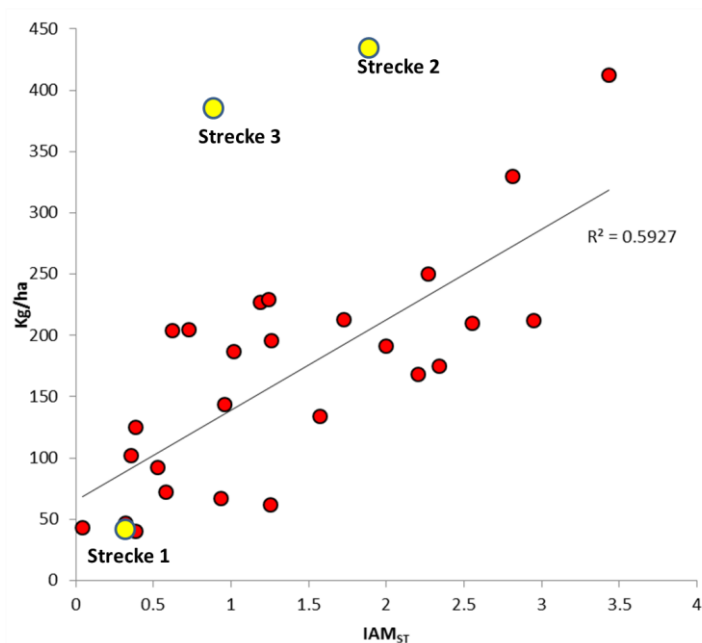
**Abbildung 7-5.** Vergleich der Biomasse pro Hektare der typischen Fischarten (Forelle, Alet, Groppe, Schleie) und atypischen Fischarten (Karpfen, Gründling) die in den drei Strecken gefangen wurden.

### 7.3 Vergleich IAM und Fischbestand

Der Vergleich zwischen der IAM-Attraktivität und dem Fischbestand zeigt wie erwartet einen positiven Zusammenhang (Abbildung 7-6). Dieser ist wie ebenfalls zu erwarten für die Biomasse besonders stark. Die beobachteten Biomassen der revitalisierten Strecken sind dabei so hoch, dass sie die Erwartungswerte für ein Forellengewässer übertreffen (gelbe Punkte; Abbildung 6-6). Dies kann ausschliesslich durch die äusserst hohe Biomasse des Alets erklärt werden.



**Abbildung 7-6.** Zusammenhang zwischen der IAM-Attraktivität und der gefangenen Anzahl Fische und der gefangenen Biomasse.



**Abbildung 7-7.** Vergleich der IAM-Werte mit der gefangenen Fischbiomasse mit Referenzdaten.

## 8 Diskussion

Die Resultate dieser Arbeit zeigen in der revitalisierten Bünz eine deutlich höhere Vielfalt der Habitate im Vergleich mit einer Kontrollstrecke, die nicht revitalisiert wurde. Gleichzeitig ist auch die Attraktivität der Habitate in den revitalisierten Strecken höher, was besonders deutlich für die nicht verzweigte Strecke gilt. Die Anzahl und die Biomasse der Fische sind dementsprechend in den revitalisierten Strecken deutlich höher.

In der Strecke 2 weisen bis auf die Groppe, die in der Kontrollstrecke wegen dem hohen Anteil Steine im Substrat eine sehr hohe Dichte aufwies, alle Arten eine höhere Biomasse und alle bis auf die Forelle und die Groppe eine höhere Dichte auf als in der Kontrollstrecke. In der Strecke 3 ist das Bild recht ähnlich, ausser dass die Biomasse der Forelle gegenüber der Kontrolle nicht höher war.

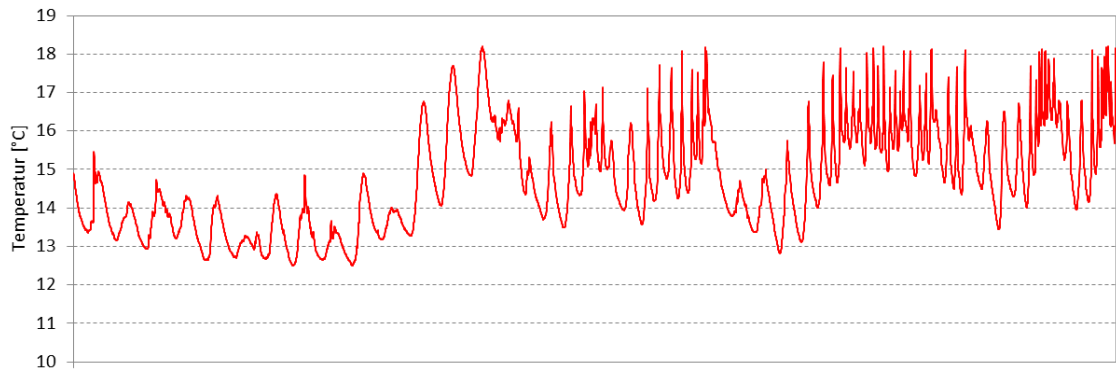
In den untersuchten Strecken fehlten weitere Bünz natürlicherweise zu erwartende Arten wie das Bachneunauge, die Schmerle, die Elritze und der Schneider. Vermutlich konnten den oberen Bereich der Bünz nicht wiederbesiedeln.

Etwas überraschend ist, dass die typischen Arten für ein Forellengewässer (Forelle und Groppe) in den revitalisierten Strecken nicht häufiger vorkommen als in der Kontrollstrecke. Dies obwohl die Attraktivität und die Diversität der Habitate deutlich verbessert wurden. Ähnlich wie in der Wyna bei Gontenschwil [7] stellt sich deshalb auch für die Bünz bei Bünzen die Frage, weshalb sich der Alet im Vergleich zu den anderen standorttypischen Arten derart durchsetzen konnte und andere typische Arten wie die Forelle nicht profitieren konnten.

Verschiedene Gründe kommen in Frage:

- Der Alet profitiert insbesondere von den tiefen und langsam fliessenden Bereichen, die mit wenigen Strukturen versehen sind (hoher Anteil an sandigem Substrat). Der Anteil dieser Habitate hat im revitalisierten Sektor klar zugenommen. Es ist also anzunehmen, dass die geschaffenen langsam fliessenden Habitate bei Bünzen dem Alet zu Gute kommen. Die Schaffung eines Seitenarms dürfte also den Aletbestand etwas gefördert haben.
- Die Wassertemperatur kann diese Dominanz nicht direkt erklären. So wird die 20°C-Marke im Sommer nie überschritten (Station Wohlen, 2010-2016, Station Walteneschwil, 2016 Abbildung 8-1). Die Temperaturen bleiben in der Regel unter 18°C, was dem bevorzugten Bereich der Forelle (unterhalb 17°C) sehr nahe kommt [8].
- PKD-Untersuchungen wiesen aber einen Befall der Forellen aus der Bünz nach. Diese Krankheit kann die Forelle im Konkurrenzkampf gegenüber anderen Fischarten, wie dem Alet, benachteiligen.





**Abbildung 8-1.** Wassertemperaturverlauf der Bünz bei Waltenschwil im Juni - August 2016. Die 20°C-Marke wird nicht überschritten.

- Die ARA von Bünzen (Chlostermatte) entwässert nur ein paar hundert Meter oberhalb des Beginns der revitalisierten Strecke in die Bünz. Im Durchschnitt macht der Abfluss der ARA ca. 7% des Abflusses des Vorfluters aus. Kumuliert mit der ARA Muri macht der Abwasseranteil ca. 23% aus. Dadurch wirkt sich die ARA vermutlich auf den Fischbestand aus. Weniger anspruchsvolle Arten wie der Alet können in der Regel davon profitieren während anspruchsvollere Arten darunter leiden. Dies konnte z.B. auch im Rahmen einer ausführlichen Untersuchung der Ron Im Kanton Luzern gezeigt werden [9]. Der Alet war direkt unterhalb des ARA-Zulaufes in deutlich höherer Biomasse vorhanden als oberhalb. Ein ähnliches Bild wie in der Bünz konnte auch in der Wyna bei Gontenschwil beobachtet werden, wo der Anteil Abwasser aber noch deutlich höher war [7]. Da die ARA Bünzen (Chlostermatte) in Zukunft geschlossen werden soll (Umleitung in die ARA Wohlen, die wiederum in die Aare entwässert, pers. Mitteilung Lukas De Ventura (AfU Kanton Aargau)) ist davon auszugehen, dass der Einfluss der ARA reduziert wird.
- Der Alet wird als eine gegen Gewässerverschmutzungen im Vergleich zur Forelle eher weniger anspruchsvolle Fischart angesehen. Die Gewässerqualitätsdaten (Diatomeen, Spear-Index, Makrozoobenthos) weisen auf eine chemische Belastung der Bünz hin.

Unbestritten ist, dass alle drei untersuchten Strecken ähnliche Umweltbedingungen (Temperaturregime, Wasserqualität, Hydrologie, Geschiebe usw.) aufweisen. Die Unterschiede im Fischbestand, die zwischen den drei Strecken beobachtet werden konnten, sind daher alleine auf die Morphologie des Gewässers zurückzuführen. Dabei hat sich gezeigt, dass in allen Strecken die standorttypischen Arten profitiert haben. Da der Alet in der Bünz als heimisch beschrieben wurde [3], gilt auch dieser als standorttypisch.

## 9 Schlussfolgerungen

Bei der Planung der Revitalisierung der Bünz bei Bünzen wurden anscheinend keine klaren Ziele für die Fischfauna formuliert. Die hier formulierten Schlussfolgerungen beziehen sich daher auf die Vorgaben der Bundesgesetze (BGF und GSchG). Ziel einer Revitalisierung ist demnach, ein Gewässer mit seinen Funktionen zu verbessern. Die gewässertypische Fauna und Flora sollen dabei gefördert werden.

Im Fall der Bünz beim ehemaligen Moor konnte die Vielfalt und die Attraktivität der Habitate deutlich verbessert werden. Die Attraktivität erreicht abschnittsweise gar ein hohes Niveau, vergleichbar zur Attraktivität, die in einem natürlichen Gewässer zu erwarten ist.

Die Anzahl und die Biomasse von standorttypischen Fischarten sind in beiden revitalisierten Strecken deutlich höher als in der Kontrollstrecke. Profitiert hat insbesondere der Alet. Die Groppe und die Forelle profitierten kaum von der Revitalisierung. Zumindest bei der Forelle wäre ebenfalls eine Verbesserung zu erwarten gewesen.

Möglicherweise hätte eine insgesamt etwas engere Niederwasserrinne mit einem dementsprechend höheren Anteil Fließstrecke (lotischer Lebensraum) die Situation für die Forelle und die Groppe etwas verbessern können. Diese Einschätzung gilt insbesondere für die Bereiche in denen die Niederwasserrinne mit einem Nebenarm ausgebaut wurde und daher zu breit ausgefallen ist. Zudem stellt sich die Frage, wie sinnvoll die Schaffung eines Seitengerinnes in Gewässern ist, die natürlicherweise keine solchen Seitenarme aufweisen. Die Nutzung des zur Verfügung stehenden Raumes um die laterale Vernetzung zu verbessern wäre vermutlich erfolgreicher gewesen, auch im Sinne einer natürlichen Auenähnlichen Sukzession der Habitate.

Moorähnliche Habitate (natürliche Zustand) wurden nicht wiederhergestellt, was unter den heutigen Umständen und Interessen auch nur schwer möglich wäre. Es ist daher wichtig, bei der Projektierung klare Ziele zu definieren, an denen sich der Erfolg anschliessend auch messen kann.

## 10 Empfehlungen

### 10.1 Habitate

Bei zukünftigen Revitalisierungen sollte darauf geachtet werden, dass das Niederwassergerinne nicht zu breit ausgebaut wird. In Strecke 3 konnten ca. 30 % Sand und Feinsediment und 50 % Kies als Substrat beobachtet werden. Dies weist auf eher langsame Fliessgeschwindigkeiten hin. Gerade in Bereichen wie dem ehemaligen Fohrenmoor bei Bünzen mit geringem Gefälle wirkt sich ein zu breites Gerinne rasch auf die Wassertiefe und die Fliessgeschwindigkeiten aus und somit auch auf die Granulometrie des Substrates, das liegen bleibt.

Des Weiteren wird der Nutzen einer Revitalisierung in mehreren verzweigten Gerinnen für Gewässer wie die Bünz in Frage gestellt. Der heutige Zustand der Bünz hat leider nichts mehr mit einem Moor und seinen möglicherweise verzweigten Gerinnen zu tun. Die morphologischen Strukturen sollten sich demnach eher nach anderen Regionen der Bünz richten. Und diese wiesen in der Regel ein mäandrierendes Muster in einem einzigen Niederwassergerinne auf. Um insbesondere die typischen Arten der Forellenregion zu fördern, hätte daher durchgehend ein nicht zu breites und nicht verzweigtes Niederwassergerinne geschaffen werden sollen.

Dies gilt nicht für den gesamten revitalisierten Bereich. In der Strecke 2 beispielsweise wurde die Revitalisierung der Niederwasserrinne gut umgesetzt.

Schliesslich muss die Energie, die durch den Wasserdruck bei einem Hochwasser entsteht, lateral entweichen können (laterale Vernetzung), damit sich eine beständige und attraktive Niederwasserrinne ausbilden und erhalten kann. Die Eintiefung der Niederwasserrinne gegenüber der Rinne für ein mittleres Hochwasser sollte also bei einer Revitalisierung möglichst vermieden werden (pers. Mitteilung Guy Périat).

### 10.2 Wassertemperatur

Die Auswertungen haben gezeigt, dass die Sommertemperaturen für ein Forellengewässer nur leicht zu hoch liegen. Soll in der Bünz ein Fischbestand wiederhergestellt werden, der dem einer Forellenregion näher kommt, also dem natürlichen Zustand der Bünz, dann wäre es gut die Sommertemperatur im Gewässer noch etwas mehr zu senken. Dies sicherlich auch in Hinblick auf eine klimabedingte weitere Erwärmung, die in Zukunft zu erwarten ist. Folgende Empfehlungen, die für das gesamte Einzugsgebiet und auch für andere Gewässer gelten, können diesbezüglich formuliert werden:

- Scheinbar führt die Kläranlage Muri zu einer deutlichen Erwärmung der Bünz (pers. Mitteilung Lukas De Ventura (Abteilung für Umwelt, Kanton Aargau)). Eine Verringerung dieser anthropogenen Erwärmung könnte die Temperatur in der Bünz signifikant senken.
- Bei Revitalisierungen sollte das Niederwassergerinne nicht zu breit gestaltet werden. Die Erwärmung des Gewässers wird massgeblich durch die benetzte Fläche (beeinflusst durch die Breite der Niederwasserrinne) beeinflusst. Zu breite Niederwasserrinne



führen nebst den morphologischen Defiziten zu einer unnötigen Erwärmung des Gewässers.

- Die natürliche Bestockung des Gewässers sollte möglichst überall zugelassen werden. Die direkte Besonnung trägt massgeblich zur Erwärmung der Gewässer bei. Auf ein Mähen der Uferbereiche sollte daher verzichtet werden. Bei Revitalisierungen sollte eine natürliche Bestockung heranwachsen dürfen, dies sollte bei hydraulischen Hochwasserberechnungen berücksichtigt werden.
- Der Austausch mit dem Grundwasser ist wo immer möglich zu fördern. Heute liegt das Niederwassergerinne der Bünz im Bereich vom ehemaligen Moor ca. 1-2 m eingetieft. Das Ausmass des Grundwasserreservoirs und die Vernetzung mit dem Gewässer sind damit beeinträchtigt, was sich auf das Temperaturregime auswirkt, insbesondere auch in kritischen Niederwasserzeiten im Sommer.
- Feuchtgebiete dienen bei Niederwassersituationen als Puffer und erhöhen den Mindestabfluss. Dadurch wird auch die Erwärmung des Gewässers vermindert. Diese sind wo möglich wiederherzustellen.
- Wasserentnahmen in Niederwassersituationen wegen Trockenheit im Sommer sollten frühzeitig eingeschränkt werden.
- Viele Quellen, die dem Gewässer im Sommer kühles Quellwasser zuführen, wurden gefasst. Die weitere Erschliessung von Quellen sollte eingeschränkt werden. Wo möglich sollten erschlossene Quellen wieder freigegeben werden.

### 10.3 Fehlende typische Fischarten

Das Bachneunauge, die Schmerle, die Elritze und der Schneider fehlen in der Bünz bei Bünzen. Natürlicherweise sollten diese in der unteren Forellenregion vorkommen. Es ist wahrscheinlich, dass ihr Fehlen nicht auf strukturelle Defizite, das Temperaturregime oder auf die Wasserqualität zurückzuführen ist. Vermutlich konnten diese Arten das Gewässer nach einem akuten Fischsterben einfach nicht wieder besiedeln (Wanderhindernisse, fehlende HotSpots). Es wäre sinnvoll zu überprüfen, ob diese Fischarten die einzelnen Bünzabschnitte natürlich wiederbesiedeln könnten oder nicht. Ist dies nicht der Fall, sollte eine Wiederansiedlung aus nah gelegenen grossen Populationen geprüft werden.

### 10.4 Wasserqualität

Nach der Aufhebung der ARA Bünzen und dem Ausbau der ARA Muri (Ausbaustufe 4) sollte die Wasserqualität erneut überprüft und die Veränderung im Fischbestand gemessen werden. Es darf eine gewisse Verbesserung erwartet werden. Der Einfluss von Pestizideinträgen aus der Landwirtschaft sollte im Wasser und in den Sedimenten untersucht werden [10]. Dies unter anderem auch, weil der SPEAR-Pesticide-Index in der Bünz auf Verunreinigungen mit Pestiziden hinweist.

## 11 Literaturverzeichnis

1. Degiorgi, F., N. Morillas, and J.-P. Grandmottet, *Méthode standard d'analyse de la qualité de l'habitat aquatique à l'échelle de la station : l'IAM*, 2002, Teleos.
2. Carle, F.L. and M.R. Strub, *A new method for estimating population size from removal data*. Biometrics, 1978(34): p. 621-630.
3. Hofer, J., *Die Fischfauna des Kantons Aargau*. Mitteilungen der aargauischen Naturforschenden Gesellschaft, 1911. **12**: p. 61-74.
4. Verneaux, J., *Biotypologie de l'écosystème « eau courante»*. La structuré biotypologique. G R. Acad. Se. Paris, 1976. **283**: p. 1663-1666.
5. Degiorgi, F. and J.C. Raymond, *Guide technique - Utilisation de l'ichtyofaune pour la détermination de la qualité globale des écosystèmes d'eau courante*, C.S.d.l. Pêche, Editor 2000: Bron.
6. Degiorgi, F. and A. Champigneulle, *Diagnose piscicole et mesure de l'efficacité des alevinages en truite sur le Doubs Franco-Helvétique*, 2000, TELEOS, INRA Thonon.
7. Aquabios, *Erfolgskontrolle Revitalisierung Wyna Gontenschwil - Mikrohabitate und Fische*, 2017, Auftraggeber: Kanton Aargau, Abteilung Landschaft und Gewässer und Abteilung Gewässer und Wald, Sektion Jagd und Fischerei.: Cordast.
8. Küttel, S., A. Peter, and A. Wüest, *Temperaturpräferenzen und -limiten von Fischarten Schweizerischer Fliessgewässer*, in *Rhône-Thur Projekt 2002*, EAWAG: Kastanienbaum.
9. Escher, M., R. Lovas, and P. Stadelmann, *Fischbiologische Untersuchungen in der Ron: oberhalb und unterhalb der Kläranlagen Rain und Hochdorf*. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Luzern, 2002. **37**: p. 167-202.
10. Doppler, T. and S. Mangold, *Hohe PSM-Belastung in Schweizer Bächen*. Aqua & Gas, 2017. **4**: p. 46 -56.