

# Universität für Bodenkultur

Department für Wasser, Atmosphäre und Umwelt (WAU)  
Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement (IHG)  
Gregor-Mendel-Straße 33  
1180 Wien  
Österreich



## Entwicklung des Sedimenthaushaltes am Kleinen Kamp



Auftraggeber

**Niederösterreichischen Landesfischereiverbandes**

3100 St. Pölten, Goethestraße 2

**Revierverband 1**

Apollostraße 12/24, 1070 Wien

Gefördert aus Mitteln der Fischerkartenabgaben

Auftragnehmer

**Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement (IHG)**

**Gregor-Mendel-Straße 33**

**1180 Wien**

**Österreich**

Projektleitung

**Kurt Pinter**

Autoren

**Gabriel Gruber und Kurt Pinter**

Unter Mitarbeit von

Manuel Hinterhofer, Fischereiverein „Die Bewirtschafter“

Wien, Juni 2023

# Inhalt

1	Einleitung und Zielsetzung .....	1
2	Untersuchungsgebiet .....	3
3	Methodik .....	5
3.1	Kartierung .....	5
3.2	Datenanalyse .....	6
3.2.1	Choriotope, Mesohabitate, Laichplätze .....	6
3.2.2	Gegenüberstellung mit fischökologischen Daten .....	7
3.2.3	Gegenüberstellung mit hydrologischen Daten .....	8
4	Ergebnisse .....	8
4.1	Choriotope .....	8
4.2	Mesohabitate.....	14
4.3	Analyse fischökologischer Daten.....	16
4.3.1	Bachforellen ( <i>Salmo trutta</i> ).....	16
4.3.2	Koppen ( <i>Cottus gobio</i> ) .....	18
4.3.3	Laichplätze.....	18
4.4	Analyse der Hydrologie .....	19
5	Diskussion.....	21
6	Zusammenfassung.....	26
7	Quellen.....	26
	Anhang.....	29
1	Transecte für Detailmessungen des Substrats .....	29
1.1	Transect bei Befischungsstrecke „Heubücke“ .....	29
1.2	Transect bei Befischungsstrecke „Grub im Thale“ .....	30
1.3	Transect bei Befischungsstrecke „Kitzlermühle“ .....	31
1.4	Transect bei Befischungsstrecke „Klein-Siegharts“.....	32
2	Relative Anteile von Chor <sub>1</sub> .....	34

# 1 Einleitung und Zielsetzung

Der Kleine Kamp ist Teil des Natura 2000-Gebietes „Waldviertler Teich-, Heide- und Moorlandschaft“ und beheimatet eine reichhaltige und schützenswerte Tier- und Pflanzenwelt. Allem voran steht hier die Bachforelle (*Salmo trutta*), die mit ihrer Bedeutung für die Flussperlmuschel (*Margaritifera margaritifera*) von hohem naturschutzfachlichem Wert ist und im gesamten Einzugsgebiet des Kleinen Kamps und darüber hinaus die fischereiwirtschaftlich wichtigste Art darstellt. Mit der Äsche ist eine zweite fischereilich sowie auch naturschutzfachlich relevante Art im Unterlauf des Kleinen Kamps vorhanden.

Mit seiner Lage in der Böhmischen Masse befindet sich der Kleine Kamp in einem geologischen Gebiet, in dem ein Prozess zunehmender Versandung der Fließgewässer beobachtet wird (Lichtneger et al., 2015). Bereits die Erhebungen von Ofenböck et al. (2008) belegen, dass viele Flüsse in der Bioregion des Granit- und Gneisgebietes gesamtheitlich von der Feinsedimentproblematik betroffen sind (siehe auch Leitner et al., 2015). Auch am Kleinen Kamp kann beobachtet werden, dass feine Sedimentfraktionen akkumulieren. Dieser Prozess muss als Bedrohung für die ansässige Fischfauna und das gesamte Nahrungsnetz (Ballinger & Lake, 2006; Warfe & Barmuta, 2006) sowie auch für die Fischerei verstanden werden.

Der Prozess der Versandung eines Fließgewässers hat seinen Ursprung in einem Ungleichgewicht zwischen Transportkapazität und Sedimentverfügbarkeit. Letztere äußert sich im Fall einer Versandung folglich als Sedimentüberschuss (Hauer et al., 2016). Ob die für den Sedimenttransport notwendigen Sohlschubspannungen erreicht werden, hängt direkt mit den hydrologischen (Abflüsse) und geomorphologischen (Gefälle) Rahmenbedingungen zusammen, wobei gilt: je geringer das Gefälle und der Abfluss, desto geringer die Transportkapazität in einem Fluss (Hauer, 2015).

Die Ablagerung von Feinsedimenten in Flüssen wird durch eine Kombination mehrerer Faktoren ausgelöst. Sowohl hydrologische Veränderungen wie beispielsweise längere Niederwasserperioden und erhöhte jährliche Niederschlagssummen (Hauer, 2015) als auch anthropogene Einflüsse aus Land- und Forstwirtschaft können deutliche Auswirkungen auf die Ablagerung, Speicherung und Erosion von Feinsedimenten haben (Leitner, 2014). Diesbezüglich ist auf die in der Böhmischen Masse häufig anzutreffenden Fichtenkulturen ein Augenmerk zu legen. Einerseits stellen die Wurzeln der Fichtenforste, welche oftmals bis nah ans Gewässer heranreichen, keine angemessene Bodenstabilisierung dar, wodurch auch Uferabbrüche zu nennenswerten Sedimenteinträgen führen (Hauer et al., 2016). Andererseits tragen Fichten zur Versauerung des Bodens und damit zu einer Schädigung des Bodengefüges bei (Hauer, 2015; Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2021), was die Erosion fördert. Auch landwirtschaftliche Flächen können je nach der Bewirtschaftungsart zu Sedimenteinträgen führen. Hier sind offene Entwässerungsgräben hervorzuheben, welche potenziell zu maßgeblichen Feststoffeinträgen führen können. Zusätzlich sorgen durch die durch den Klimawandel häufiger auftretenden Starkniederschlagsereignisse für einen zusätzlich verstärkten Sedimenteintrag (Hauer et al., 2016).

Die verstärkte Ablagerung von Feinsediment verstopft und bedeckt grobkörnige Abschnitte der Flusssohle, womit durch Reduktion der Habitatdiversität und Beeinflussung des Nahrungsnetzes und der Nährstoffflüsse eine Reihe negativer Auswirkungen für aquatische Organismen einhergehen (Leitner et al., 2015). Besonders für die bekannt strukturbezogen lebende Bachforelle können sich mit dem Strukturverlust Nachteile ergeben. Der Verlust von Reproduktionsflächen oder auch der Verlust von Einständen für Jungfische sind hier an erster Stelle zu nennen. Umfangreichere Untersuchungen zu dieser Problematik wurden bereits für benthische Invertebraten angestellt. Dort zeigen sich die Auswirkungen in Form von verringerter Substrateignung, erhöhter Drift und erschwerter Atmung durch niedrige Sauerstoffkonzentrationen. Zusätzlich ist eine verringerte Nahrungsaufnahme aufgrund eines

reduzierten Nährwerts von pflanzlichem Bewuchs (Periphyton) zu nennen, erhöhte Anteile gelösten Sediments (insbesondere nachteilig für Filtrierer) und geringere Beutedichten (Wood & Armitage, 1997). Eine Konsequenz dieser beeinträchtigten Habitateignung ist eine signifikante Abnahme der Individuendichten benthischer Invertebraten (Leitner, 2014) was in weiterer Folge auch eine deutliche Reduktion des Nahrungsangebots der Fischfauna nach sich zieht. Somit sind Fischbestände nicht nur vom Habitatverlust betroffen, sondern auch vom Rückgang der Nahrungsverfügbarkeit, was unmittelbare Konsequenzen für Fischdichte und -biomasse und damit Konsequenzen für die fischereilichen Nutzung haben kann.

Die Untersuchungen des vorliegenden Projektes arbeiten auf, ob und in welchem Ausmaß sich am Kleinen Kamp ein Versandungsproblem abzeichnet. Diesbezüglich werden auch Aussagen und Interpretationen zur strukturellen Ausstattung der Gewässersohle, insbesondere der Verfügbarkeit von Laichplätzen (etc.) getroffen. Weiters werden die Ergebnisse im Kontext bereits existierender Forschungsarbeiten zur Fischökologie und auch im Kontext bestehender Fallstudien (siehe z.B. Leitner et al., 2015) interpretiert. Zusätzlich erfolgt in diesem Zusammenhang auch eine Interpretation der hydrologischen Daten der letzten Jahre. Die Verfügbarkeit langjähriger Datensätze<sup>1</sup> der Fischbestände am Kleinen Kamp erweist sich in diesem Zusammenhang als überaus wertvoll. So können neben der Erhebung des Ist-Zustandes der Substrate auch Aussagen bezüglich der damit verbundenen Ökosystemprozesse und -produktivität getroffen werden, die unmittelbar mit der fischereilichen Nutzung im Zusammenhang stehen, oder auch mit der Erhaltung von Schutzgütern wie der gefährdeten Flussperlmuschel.

---

<sup>1</sup> Bereitgestellt vom und in Kooperation mit dem Fischereiverein „Die Bewirtschafter“. Datensätze der Jahre 2006, 2007, 2011, 2013 – 2022.

## 2 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet umfasst etwa 9,5 km des Kleinen Kamps (zwischen Rappottenstein und Klein-Siegharts). Es befindet sich in der Ökoregion des Zentralen Mittelgebirges (Illies, 1978; Moog & Ofenböck, 2000; Moog et al., 2001; BMLFUW, 2001) und der Bioregion des Granit- und Gneisgebietes. Geologisch gesehen liegt es in der Böhmisches Masse.

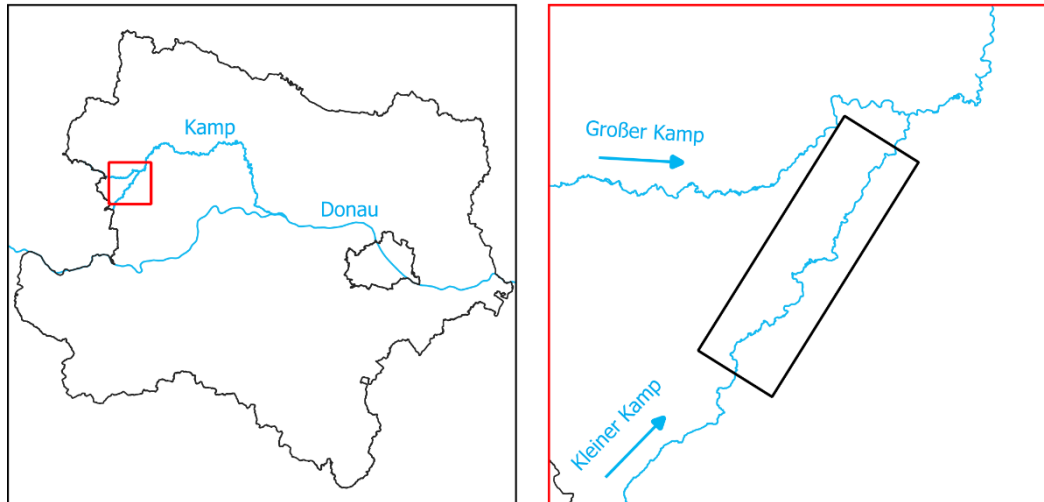


Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes (schwarz eingerahmt im rechten Bild).

Der Große Kamp weist beim Untersuchungsgebiet nahegelegenen Pegel „Neustift“ und beim Pegel „Zwettl (Bahnbrücke)“ ein pluvio nivales Abflussregime auf. „Zwettl (Bahnbrücke)“ ist im Bereich eines sommerstarken Charakters mit einem Minimum im Herbst und „Neustift“ liegt im Bereich einer winterstarken Ausprägung dieses Regimes. (Umweltbundesamt, 1996)

Die mittleren Abflüsse im Untersuchungsgebiet reichen von etwa 1,2 m<sup>3</sup>/s (flussab, Höhe Rappottenstein) bis etwa 0,4 m<sup>3</sup>/s (flussauf, Höhe Klein-Siegharts).

Aufgrund der geo- und hydromorphologischen Eigenschaften wird das Gebiet in unterschiedliche Bereiche unterteilt (siehe Abb. 2). In Summe entstanden dadurch acht Bereiche, wobei Bereich 6 und 7 von der Kartierung ausgenommen wurden.

Tab. 1: Übersicht über die untersuchten Bereiche des Kleinen Kamps.

Bereich	Länge [m]	Gefälle	Seehöhe flussab [m]	Seehöhe flussauf [m]	Höhendifferenz [m]
Bereich 1	1.224	0,7%	591	600	9
Bereich 2	1.240	1,9%	600	623	24
Bereich 3 (Schütt)	164	7,3%	623	635	12
Bereich 4	1.353	0,4%	635	641	6
Bereich 5	3.903	0,2%	641	650	9
Bereich 8	1.672	0,5%	662	671	9

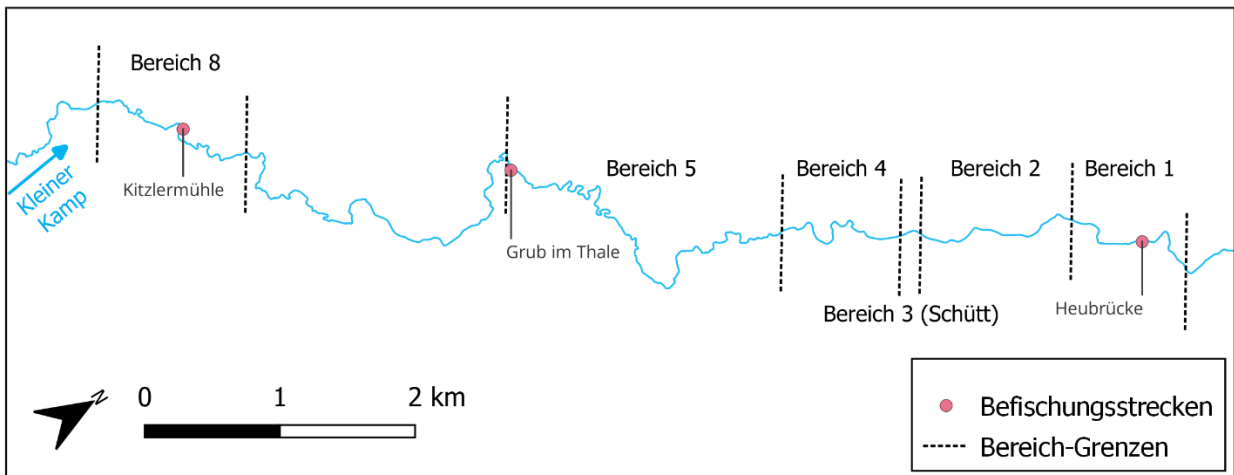


Abb. 2: Die sechs Bereiche des Untersuchungsgebietes (die Umrandung entspricht der schwarzen Umrandung in Abb. 1).

Der in Abb. 2 dargestellte Flussverlauf des Untersuchungsgebietes zeigt auch die sich verändernde morphologischen Flussform. Während weiter flussauf vorwiegend – für flache Gefälle typische – schwach bis stark gewundene Abschnitte auftreten (Bereich 5 und Bereich 8), zeigt sich weiter flussab ein vergleichsweise gestreckter Verlauf (Bereich 1 – 3). Das Entstehen der jeweiligen Formen hängt eng mit dem Sohlgefälle zusammen. Tab. 1 zeigt die mittleren Gefälle der einzelnen Bereiche. Obwohl vorwiegend mittlere Gefälle unter 2% vorliegen, zeigt sich dennoch ein Zusammenhang zwischen steileren und relativ gestreckten, sowie flacheren und gewundenen Flussabschnitten.

Bereich 3 (Schütt) fällt mit einem starken Gefälle und einer hohen Dichten an großen Granitblöcken besonders auf. Für die weiteren Untersuchungen wird dieser Bereich jedoch nicht analysiert, da er für die Fragestellung nicht relevant ist.



### 3 Methodik

Um die Entwicklung der Substratzusammensetzung des Kleinen Kamps seit einer Kartierung aus dem Jahr 2006 abschätzen zu können, wurde im Herbst 2022 erneut eine solche methodisch idente Erhebung durchgeführt. Die daraus resultierenden Daten wurden einander gegenübergestellt, sowie mit den Trends der Ausprägungen der dortigen Fischpopulation und der Hydrologie analysiert und diskutiert.

#### 3.1 Kartierung

Die Feldarbeiten erstreckten sich über etwa 9,5 km des Kleinen Kamps und umfassten die Kartierung der auftretenden Mesohabitate (Furt, Kolk, Rinner) und der Anteile der vorherrschenden Korngrößenfraktionen in diesen Teillebensräumen. Zusätzlich wurden potenzielle Laichgebiete der Bachforellen visuell abgeschätzt bzw. quantifiziert.

Die Erhebungen wurden bei vergleichbaren Wasserständen an 6 Tagen im Oktober/November 2022 durchgeführt: 13.10., 25.10., 26.10., 14.11., 15.11., 16.11.

Tab. 2 zeigt den mittleren Tagesabfluss auf Höhe „Heubrücke“, einer Befischungsstrecke in Bereich 1 (siehe Abb. 2) (mittels Schlussrechnung aus bekannten Abflüssen bei den Pegeln „Zwettl (Bahnbrücke)“ und „Neustift“ und den Einzugsgebietsgrößen errechnet (Gruber, 2022).

Tab. 2: Mittlerer Tagesabfluss in Bereich 1 an den Kartierungstagen.

	Kartierungstage	Mittl. Tagesabfluss in Bereich 1 [m³/s]
<b>2006</b>	17.08.2006	2,2
	18.08.2006	2,0
	23.08.2006	1,5
	24.08.2006	1,4
<b>2022</b>	13.10.2022	0,6
	25.10.2022	0,7
	26.10.2022	0,7
	14.11.2022	0,5
	15.11.2022	0,6
	16.11.2022	0,6

Die Methodik hielt sich strikt an die des Jahres 2006. Dabei wurde das Fließgewässer flussauf wandernd untersucht und in Teillebensräume mit einheitlicher Charakteristik unterteilt. Dabei grenzte beispielsweise eine Änderung des Mesohabitattyps, Choriotoptyps oder Änderung des Gefälles einen solchen Teillebensraum ab und so ergaben sich Ausdehnungen zwischen wenigen Metern bis etwa 400 Metern.

Jeder dieser Teillebensräume wurde mit einer ID versehen und anhand der drei flächenmäßig dominierenden und hierarchisch absteigend sortierten Mesohabitattypen (Mes<sub>1</sub>, Mes<sub>2</sub>, Mes<sub>3</sub>) und Choriotoptypen (Chor<sub>1</sub>, Chor<sub>2</sub>, Chor<sub>3</sub>) beschrieben. Hier ist somit Mes<sub>1</sub> und Chor<sub>1</sub> der jeweils flächenmäßig am stärksten, und Mes<sub>3</sub> und Chor<sub>3</sub> der am schwächsten vertretene Typ. Die Abschätzung der Choriotope erfolgte rein visuell. Zusätzlich wurden die Abschnitte mit Fotos dokumentiert und deren Lage mittels GPS-Messungen festgehalten.

In weiten Teilen des Untersuchungsgebietes wurde je ID nur ein Mesohabitattyp vergeben. Vor allem in den flussauf gelegenen Bereichen wurde im Falle von sich wiederholenden

Ausprägungen des Flussbetts mehrere Mesohabitate hierarchisch innerhalb einer ID vergeben. Auch dieses Vorgehen orientiert sich eng an der des Jahres 2006.

Zusätzlich wurde je ID der relative Anteil an geeignetem Laichareal für Bachforellen abgeschätzt. Die bevorzugten Korngrößen des Laichsubstrats von Bachforellen variieren je nach Gewässertyp, sind aber häufig zwischen 10 und 70 mm. Die Präferenz der auftretenden Fließgeschwindigkeit liegt bei etwa 40 cm/s (Jungwirth et al., 2003). Somit lag der Fokus auf dem Übergang zwischen Akal und Mikrolithal. Areale in Übergängen von tieferen Bereichen zu Furten mit erhöhten, aber nicht zu schnellen Fließgeschwindigkeiten deuten insbesondere auf geeignete Laichhabitate hin. Bereiche, in denen Bachforellen beim Ablachen beobachtet wurden oder in denen sich punktuell umlagertes und somit helles Substrat befand, wurden beschrieben und verortet. Allgemein ist festzuhalten, dass es sich um eine sehr grobe Abschätzung der Laichareale handelt und lediglich als erste Grundlage für mögliche zukünftige Untersuchungen dienen soll.

Mittels Laser-Distanzer wurden die Längen und mehrere Breiten innerhalb eines Abschnitts gemessen, um in weiterer Folge eine mittlere Breite berechnen zu können.

Um zukünftig potenzielle Änderungen der Substratverteilung im Kleinen Kamp in einer höheren Auflösung analysieren zu können, wurden verteilt über das Untersuchungsgebiet vier Transekte aufgenommen. Diese befanden sich an markanten Stellen innerhalb regelmäßig untersuchter Befischungstrecken. In Abständen von je einem Meter wurde dort das jeweils auftretende Choriotope bestimmt. Die Position solch eines Querschnitts wurde koordinativ, durch eine Feldskizze, Wegpunkte und Fotos festgehalten. Die somit erhobenen Transekte können zukünftig jährlich im Rahmen der üblichen Fischbestandserhebungen untersucht werden. In Anhang 1 befinden sich Skizzen, Fotos, Koordinaten und alle erhobenen Daten der Transekte.

## 3.2 Datenanalyse

### 3.2.1 Choriotope, Mesohabitate, Laichplätze

In einem ersten Schritt wurden die erhobenen Daten beider Untersuchungsjahre in der Geoinformationssystemsoftware QGIS digitalisiert, um zum einen die dominierenden Mesohabitat- und Choriotoptypen ( $Mes_1$  und  $Chor_1$ ) visuell darzustellen und zum anderen, um detaillierte Längenmessungen der einzelnen IDs und der Bereiche durchführen zu können.

Um die Mesohabitate, Choriotope und Laichplätze quantifizieren zu können, wurde die Fläche jeder ID durch Multiplikation von Länge und Breite ermittelt. Die Ausmaße und Anteile der jeweiligen Mesohabitate und Choriotope der Jahre 2006 und 2022 wurden dann gegenübergestellt und analysiert.

Da die Bestimmung des dominierenden Choriotoptyps ( $Chor_1$ ) oftmals nicht ganz eindeutig war, ist es natürlich möglich, dass Unterschiede zwischen 2006 und 2022 auch von der individuellen Einschätzung der kartierenden Person herrühren. Daher wurden zusätzlich Analysen durchgeführt, in denen die beiden häufigsten  $Chor_1$  und  $Chor_2$  zusammengefasst wurden, um derartige methodische Unschärfen zu reduzieren. Zusätzlich wurden fallweise die Fotos gewisser Abschnitte von 2006 und 2022 verglichen, um einen noch genaueren Einblick in die Verhältnisse zum Zeitpunkt der Kartierung zu bekommen.

In Bereich 3 (Schütt) dominiert Megalithal den aquatischen Lebensraum. Wie bereits erwähnt, ist dieser Bereich für die Fragestellungen des vorliegenden Projekts nicht relevant und wurde daher in den Analysen ausgenommen.

In Tab. 3 werden die Korndurchmesser der einzelnen Choriotoptypen aufgelistet. Als Feinsediment werden im Rahmen dieser Arbeit die Korngrößenfraktionen Pelal, Psammal und Akal bezeichnet. Solche feine Kornfraktionen stellen beispielsweise für die Bachforelle ein Problem dar, da sich eine Gewässersohle mit unter 10 mm Korndurchmesser nicht mehr als Laichhabitat eignet (Jungwirth et al., 2003). Aber auch Makroinvertebraten sind direkt von einer Anhäufung dieser Kornfraktionen betroffen. In einer Studie an der im Mühlviertel gelegenen Waldaist wurde der Fokus auf die Ablagerung der Kornfraktionen zwischen 0,1 und 1 cm gelegt und gezeigt, dass diese mit einer klaren Reduktion der Artenvielfalt und Individuendichte von Makrozoobenthos einhergeht (Leitner et al., 2015). In weiterer Folge stellt das wiederum ein verringertes Nahrungsangebot für die Fischpopulationen dar.

Tab. 3: Definition der Choriotope/Korngrößenklassen

Choriotop	Korngröße [mm]
Pelal	< 0,063
Psammal	0,063 – 2
Akal	2 – 20
Mikrolithal	20 – 63
Mesolithal	63 – 200
Makrolithal	200 – 400
Megalithal	> 400

### 3.2.2 Gegenüberstellung mit fischökologischen Daten

Den gewonnenen Daten wurden anschließend quantitative Daten der Fischbestände des Kleinen Kamps gegenübergestellt, welche vom Fischereiverein „Die Bewirtschafter“ regelmäßig erhoben werden.

Zur Methodik der Bestandserhebung ist in Gruber (2022) und Hinterhofer et al. (2012) nachzulesen. Am Kleinen Kamp gibt es langjährige Datensätze zu vier Befischungstrecken. In den weiteren Analysen werden die drei Strecken „Heubrücke“, „Grub im Thale“ und „Kitzlermühle“ hervorgehoben, da dort beinahe lückenlose Datenreihen existieren. Sie sind in den Bereichen 1, 5 und 8 zu finden (siehe Abb. 2).

Die fischökologischen Daten dienen dann dazu, die langjährigen Entwicklungen der Biomasse, Fischlängen und Jungfischdichten aufzubereiten und im Kontext der Substratkartierung zu interpretieren. Im Zuge der Analysen wurden im Speziellen Bachforellen, aber auch Koppfen betrachtet. Daten zur Entwicklung der Biomasse und den erreichten Fischlängen lassen Rückschlüsse zum Nahrungsangebot und somit auch den verfügbaren Habitaten zu. Die Menge an Jungfischen gibt Aufschluss über den Reproduktionserfolg, welcher neben Faktoren wie den Abflussverhältnissen rund um die Laichzeit auch vom Vorhandensein geeignetem Laichsubstrats abhängen kann. Hier spielen feinere Kornfraktionen eine maßgebliche Rolle, da Substrat unter etwa 1 cm Korndurchmesser von der Bachforelle nicht mehr als Laichsubstrat verwendet wird (Jungwirth et al., 2003). Zur Analyse der Fischlängen der Bachforellen wurden ausschließlich Bachforellen  $\geq 120$  mm herangezogen. Mit Hilfe von Boxplot-Diagrammen wurde dann die Spannweite der auftretenden Fischlängen visualisiert.

Schlussendlich wurde auch die Anzahl der gefangenen Koppfen aufbereitet, da diese Spezies aufgrund seiner vorwiegend benthischen Lebensweise besonders stark auf einen

ausgeprägten Lückenraum angewiesen ist. Im Zuge einer Elektrobefischung können Koppen allerdings nur qualitativ erfasst werden.

### 3.2.3 Gegenüberstellung mit hydrologischen Daten

Die Abflussdaten seit dem Jahr 2000 wurden aufbereitet, um den Einfluss der Hydrologie auf den Sedimenthaushalt des Kleinen Kamps abzuschätzen. Betrachtet wurden im Zuge dessen die Tagesmittel, Tagesmaxima und Anzahl der Tage, an denen der mittlere Jahresabfluss (MQ), das doppelte MQ oder das einjährige Hochwasser (HQ1) überschritten wurde. Der Wert eines hundertjährigen Hochwassers wurde basierend auf Vergleichswerten in nahegelegenen Pegeln vereinfacht als das zehnfache MQ angenommen. Fehlende Abflussdaten des Jahres 2019 und 2020 wurden mit Hilfe bekannter Daten vom nahegelegenen Pegel „Zwettl (Bahnbrücke)“ rekonstruiert.

## 4 Ergebnisse

Die folgenden Ergebnisse beziehen sich stets auf die Bereiche 1, 2, 4, 5 und 8. Bereich 3 (Schütt) ist somit auch bei Angaben, die sich auf das „gesamte“ Untersuchungsgebiet beziehen, ausnahmslos ausgenommen.

### 4.1 Choriotope

Im Folgenden werden zum einen die dominierenden Choriotypen ( $\text{Chor}_1$ ) der beiden Untersuchungsjahre gegenübergestellt. Um methodische Unschärfen besser zu erkennen, wird zum anderen solch eine Gegenüberstellung auch mit der Gesamtheit der beiden jeweils stärksten Choriotypen ( $\text{Chor}_1$  und  $\text{Chor}_2$ ) durchgeführt.

Abb. 3 zeigt den prozentuellen Anteil des am stärksten vertretenen Choriotops ( $\text{Chor}_1$ ) an der gesamten Fläche des Untersuchungsgebietes. In Anhang 2 befinden sich zusätzlich Diagramme dieser Art für die einzelnen untersuchten Bereiche. In Abb. 4 werden die im jeweiligen Untersuchungsjahr dominierenden Choriotypen ( $\text{Chor}_1$ ) auf einer Karte visualisiert.

Der Vergleich der dominierenden Choriotypen der beiden Untersuchungsjahre zeigt einen deutlichen Trend in Richtung der Zunahme der feineren Sedimente (Pelal, Psammal, Akal).

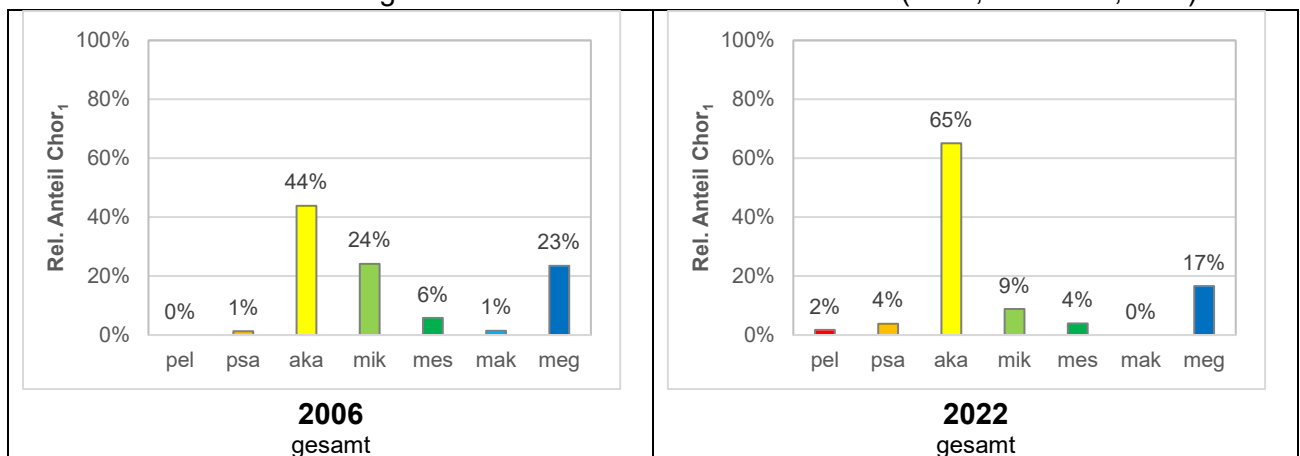


Abb. 3: Gegenüberstellung der relativen Anteile von  $\text{Chor}_1$  der Jahre 2006 und 2022 im gesamten Untersuchungsgebiet (Diagramme für einzelnen Bereiche in Anhang 2).

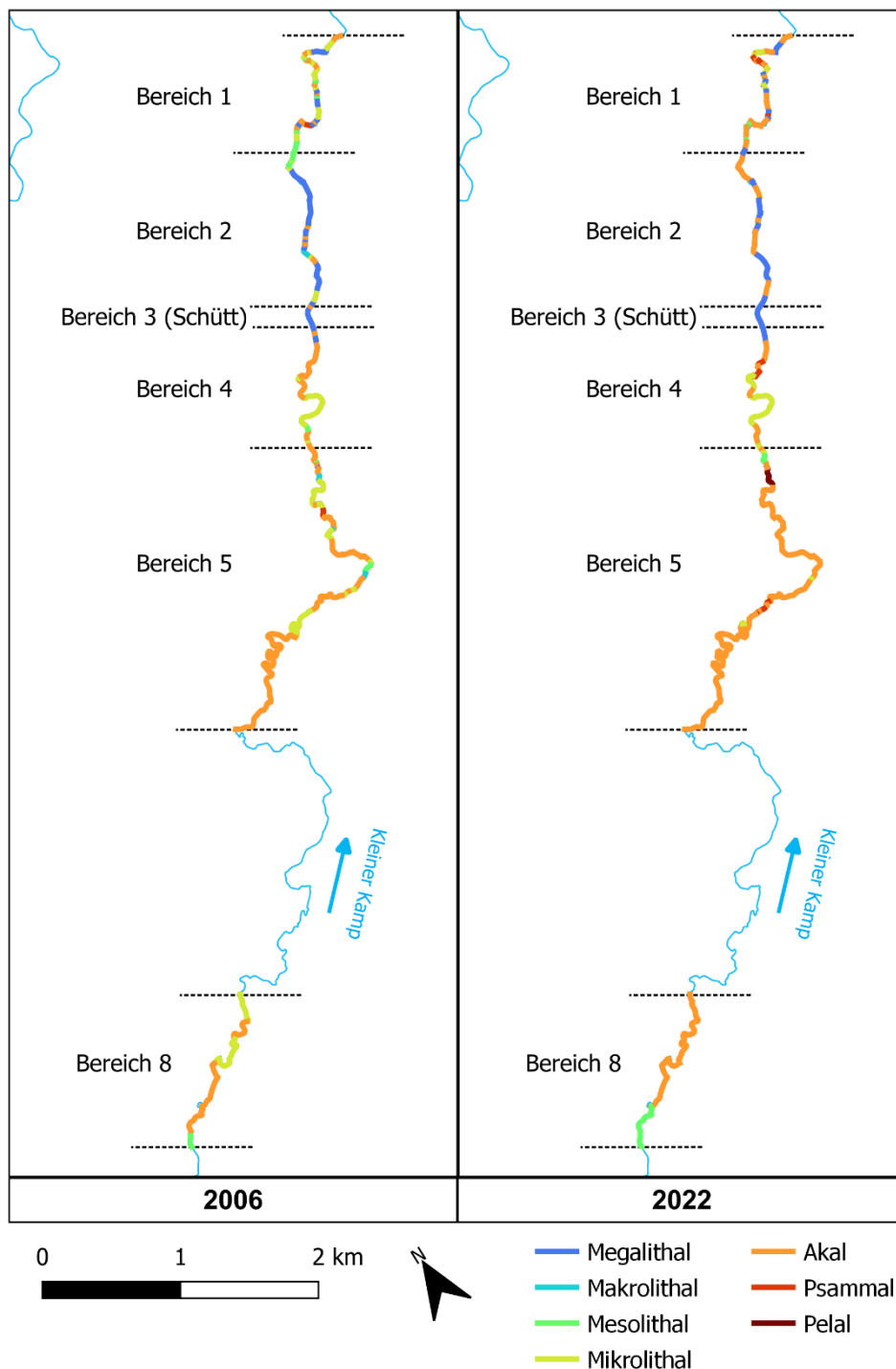


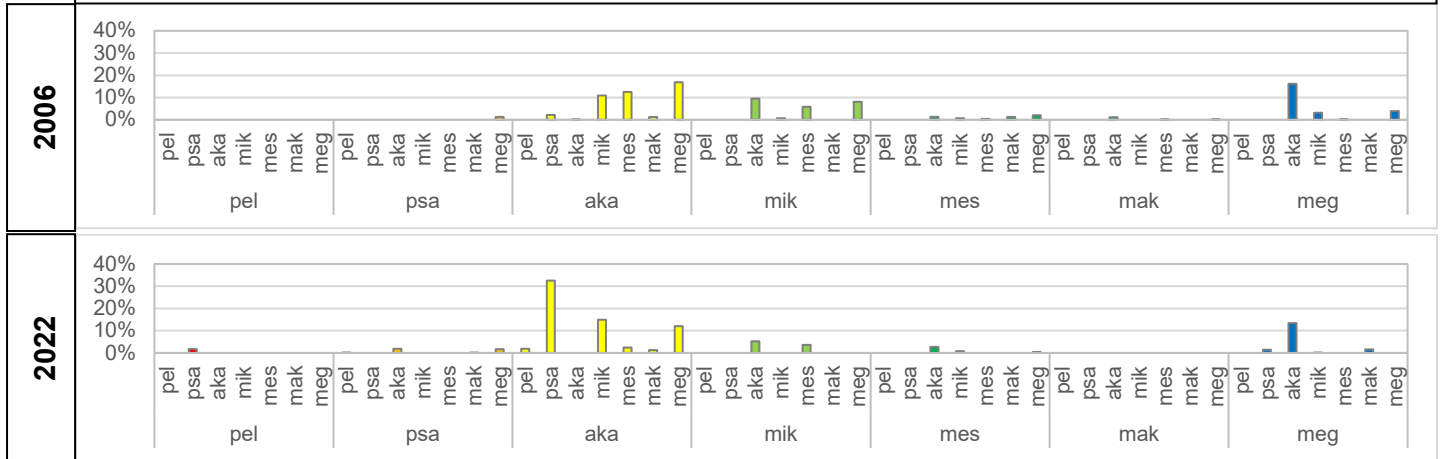
Abb. 4: Gegenüberstellung der Verteilung der dominierenden Choriotypen ( $Chor_1$ ) der Jahre 2006 und 2022 im gesamten Untersuchungsgebiet.

Besonders interessant ist die zusätzliche Betrachtung der als  $Chor_2$  klassifizierten Substratgrößen (siehe Abb. 5). In diesen Diagrammen gruppieren die waagrecht geschriebenen Choriotopie nach  $Chor_1$ , die Balken der senkrecht geschriebenen Choriotopie beschreiben  $Chor_2$ . In Abb. 5 wird in der Zusammenschau aller Bereiche des Untersuchungsgebietes (oberste Gegenüberstellung; „Alle Bereiche (exkl. Bereich 3)“) deutlich, dass 2022 in jenen Bereichen in denen Akal als erstes Choriotop notiert wurde, der Anteil an noch feineren Fraktionen (Psammal) im Vergleich zu 2006 deutlich zugenommen

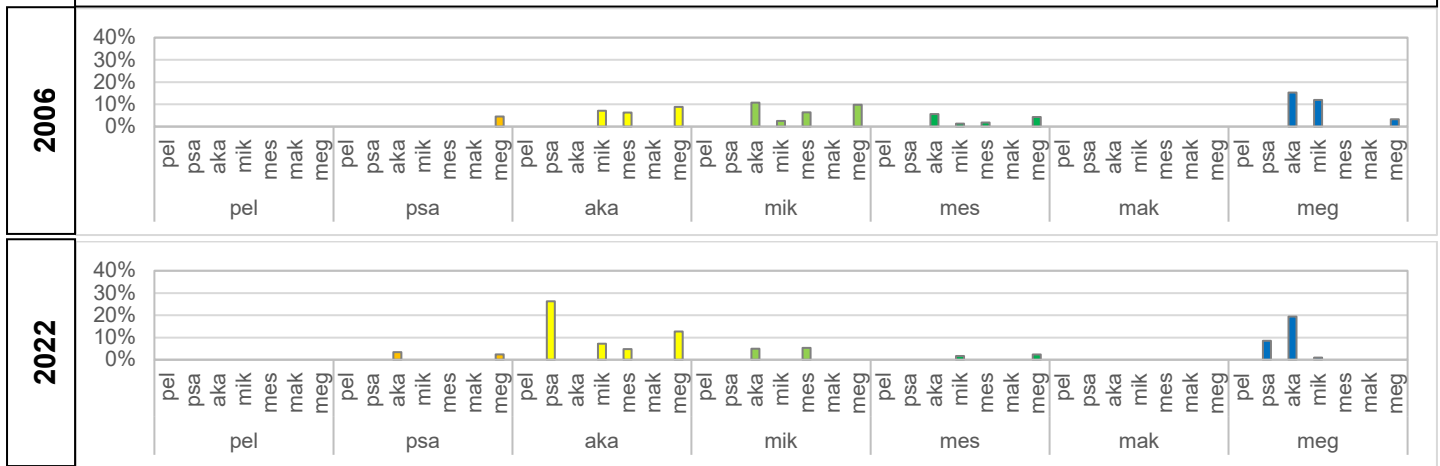
hat. Somit wird insbesondere beim Betrachten der beiden dominierenden Choriotoptypen ( $\text{Chor}_1$  und  $\text{Chor}_2$ ) eine Zunahme der Feinsedimente deutlich.

Diese Tendenz zeigt sich auch in Tab. 4, welche einen Überblick über die Zu- und Abnahme der einzelnen Choriotoptypen vom Jahr 2006 zum Jahr 2022 gibt. Hierbei wird zum einen nur das dominierende Choriotop ( $\text{Chor}_1$ ) und zum anderen die Gesamtheit der beiden dominierenen Choriotope ( $\text{Chor}_{1+2}$ ) betrachtet. In letzterer Analyse sind  $\text{Chor}_1$  und  $\text{Chor}_2$  gleich gewichtet. Die meist rot markierten Felder, welche eine Zunahme von feinem Substrat bzw. eine Abnahme von grobem Substrat signalisieren, verdeutlichen den Trend in Richtung der feineren Korngrößen. Hinsichtlich des dominierenden Choriotops fällt insbesondere ein Anstieg von Akal auf. Bei zusätzlicher Berücksichtigung des je Abschnitt zweithäufigsten Choriotops zeigt sich weiters auch eine deutliche Zunahme von Psammal.

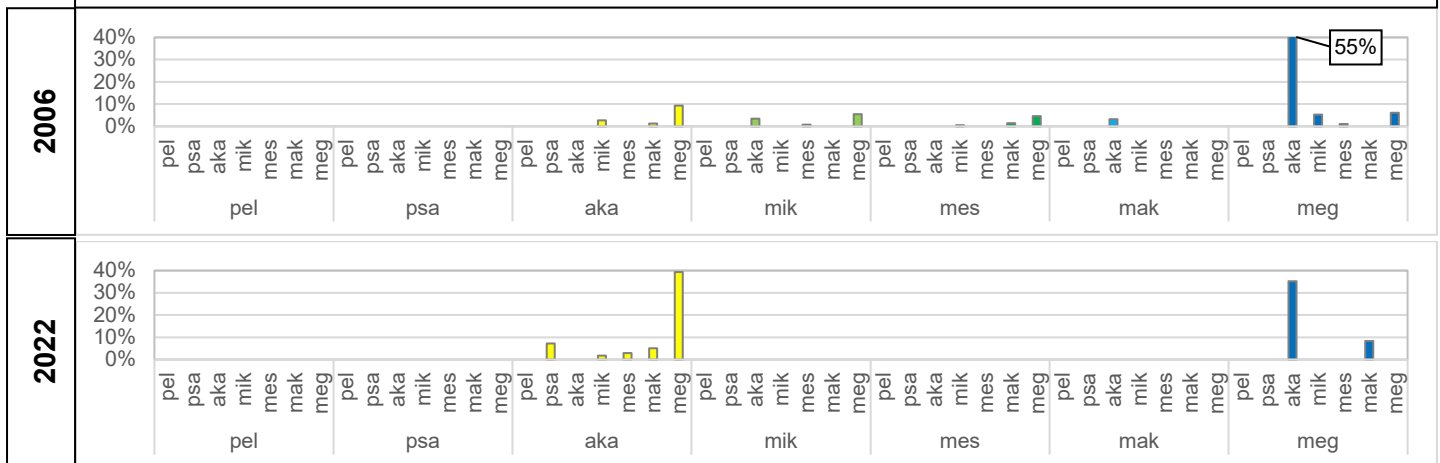
### Alle Bereiche (exkl. Bereich 3)



### Bereich 1



### Bereich 2



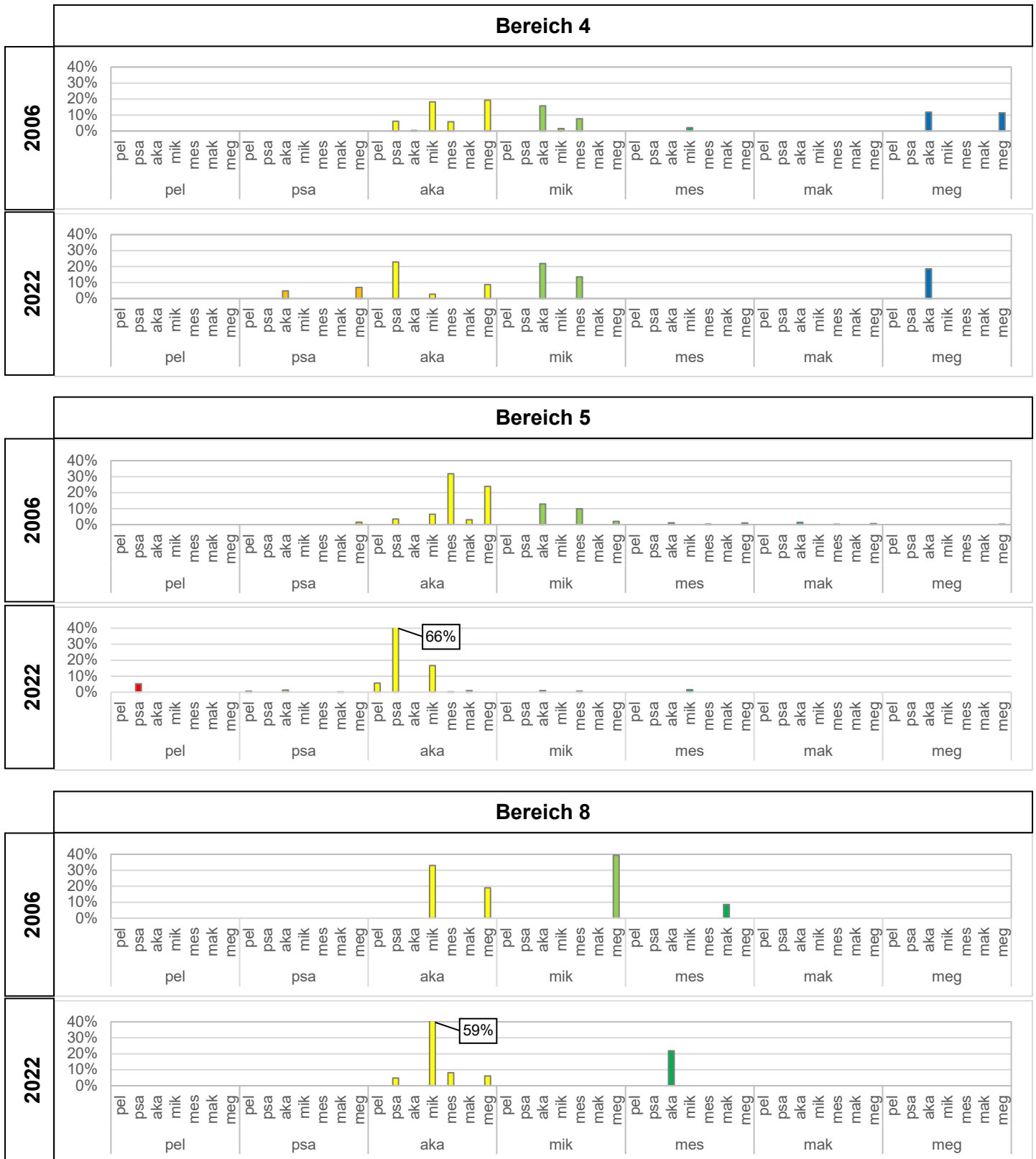


Abb. 5: Gegenüberstellung der relativen Anteile von Chor<sub>1</sub> & Chor<sub>2</sub> der Jahre 2006 und 2022 im gesamten Untersuchungsgebiet und in den Bereichen 1, 2, 4, 5 und 8. Die waagrecht geschriebenen Choriotopie gruppieren nach Chor<sub>1</sub>, die Balken der senkrecht geschriebenen Choriotopie beschreiben Chor<sub>2</sub>.



Tab. 4: Relative Flächenanteile und prozentuelle Änderung der Choriototypen unter Berücksichtigung von Chor<sub>1</sub> und der Gesamtheit von Chor<sub>1+2</sub>. **hellrote Zellen:** Zunahme der Feinsedimente (Pelal – Akal) bzw. Abnahme größerer Sedimente um 5 – 24%; **dunkelrote Zellen:** Zunahme der Feinsedimente (Pelal – Akal) bzw. Abnahme größerer Sedimente um ≥ 25%; **hellgrüne Zellen:** Abnahme der Feinsedimente (Pelal – Akal) bzw. Zunahme größerer Sedimente um 5 – 24%.

Bereich	Choriotop	Chor <sub>1</sub> (2006)	Chor <sub>1</sub> (2022)	Differenz Chor <sub>1</sub> (2006 - 2022)	Chor <sub>1+2</sub> (2006)	Chor <sub>1+2</sub> (2022)	Differenz Chor <sub>1+2</sub> (2006 - 2022)
Bereich 1	Pelal	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Psammal	5%	6%	+1%	5%	41%	+36%
	Akal	22%	51%	+29%	54%	79%	+25%
	Mikrolithal	30%	10%	-19%	50%	20%	-30%
	Mesolithal	13%	4%	-9%	26%	14%	-12%
	Makrolithal	0%	0%	0%	9%	0%	-9%
	Megalithal	31%	29%	-2%	58%	46%	-12%
Bereich 2	Pelal	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Psammal	0%	0%	0%	0%	7%	+7%
	Akal	13%	56%	+43%	75%	92%	+17%
	Mikrolithal	10%	0%	-10%	18%	2%	-16%
	Mesolithal	7%	0%	-7%	8%	3%	-5%
	Makrolithal	3%	0%	-3%	6%	13%	+7%
	Megalithal	67%	44%	-23%	87%	83%	-4%
Bereich 4	Pelal	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Psammal	0%	12%	+12%	6%	35%	+28%
	Akal	50%	34%	-15%	77%	80%	+2%
	Mikrolithal	25%	35%	+11%	45%	38%	-7%
	Mesolithal	2%	0%	-2%	16%	14%	-2%
	Makrolithal	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Megalithal	23%	19%	-5%	43%	34%	-8%
Bereich 5	Pelal	0%	5%	+5%	0%	12%	+12%
	Psammal	2%	2%	+0%	5%	73%	+68%
	Akal	69%	90%	+21%	84%	92%	+8%
	Mikrolithal	25%	2%	-23%	31%	20%	-12%
	Mesolithal	2%	2%	-1%	44%	2%	-42%
	Makrolithal	2%	0%	-2%	5%	1%	-4%
	Megalithal	0%	0%	-0%	29%	0%	-29%
Bereich 8	Pelal	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Psammal	0%	0%	0%	0%	5%	+5%
	Akal	52%	78%	+26%	52%	100%	+48%
	Mikrolithal	39%	0%	-39%	72%	59%	-13%
	Mesolithal	9%	22%	+13%	9%	30%	+21%
	Makrolithal	0%	0%	0%	9%	0%	-9%
	Megalithal	0%	0%	0%	58%	6%	-52%

## 4.2 Mesohabitate

Abb. 6 zeigt die relative Verteilung der einzelnen Mesohabitattypen der beiden Untersuchungsjahre. Grundsätzlich zeigt sich ein sehr deutlicher Trend zur Homogenisierung der Habitatzusammensetzung. Rinner nehmen anteilmäßig deutlich zu, während Furte und Kolke meist abnehmen.

In Abb. 7 werden die dominierenden Mesohabitattypen im Untersuchungsgebiet visualisiert. Auch hier wird ersichtlich, dass Rinner das Untersuchungsgebiet dominieren. Hier müssen aber auch Unschärfen berücksichtigt werden, die durch unterschiedliche Einschätzungen der Kartierer in den jeweiligen Jahren entstehen können. Dieses Thema wird in Kapitel 5 näher diskutiert.

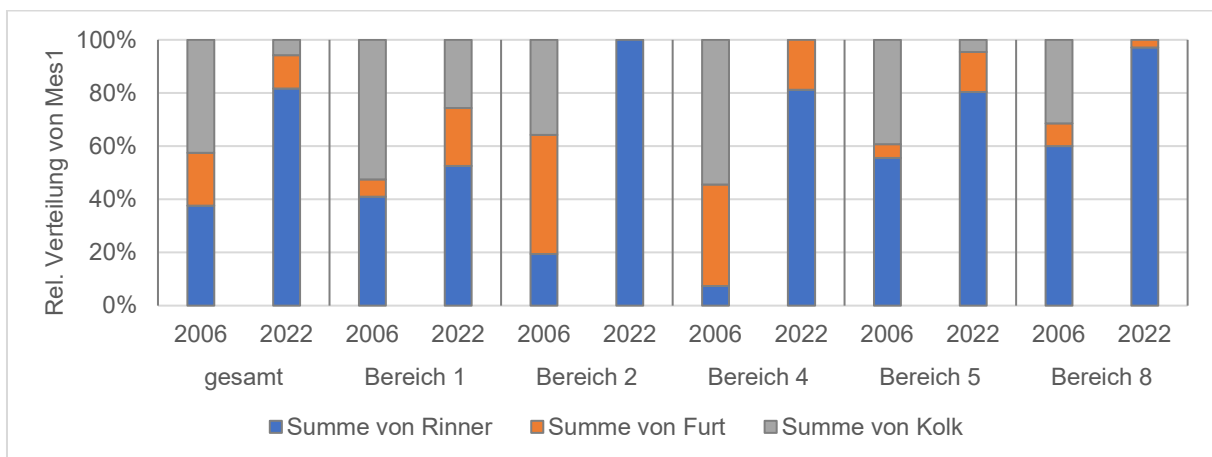


Abb. 6: Relative Verteilung der (dominierenden) Mesohabitate aller kartierten Bereiche (exkl. Schütt).

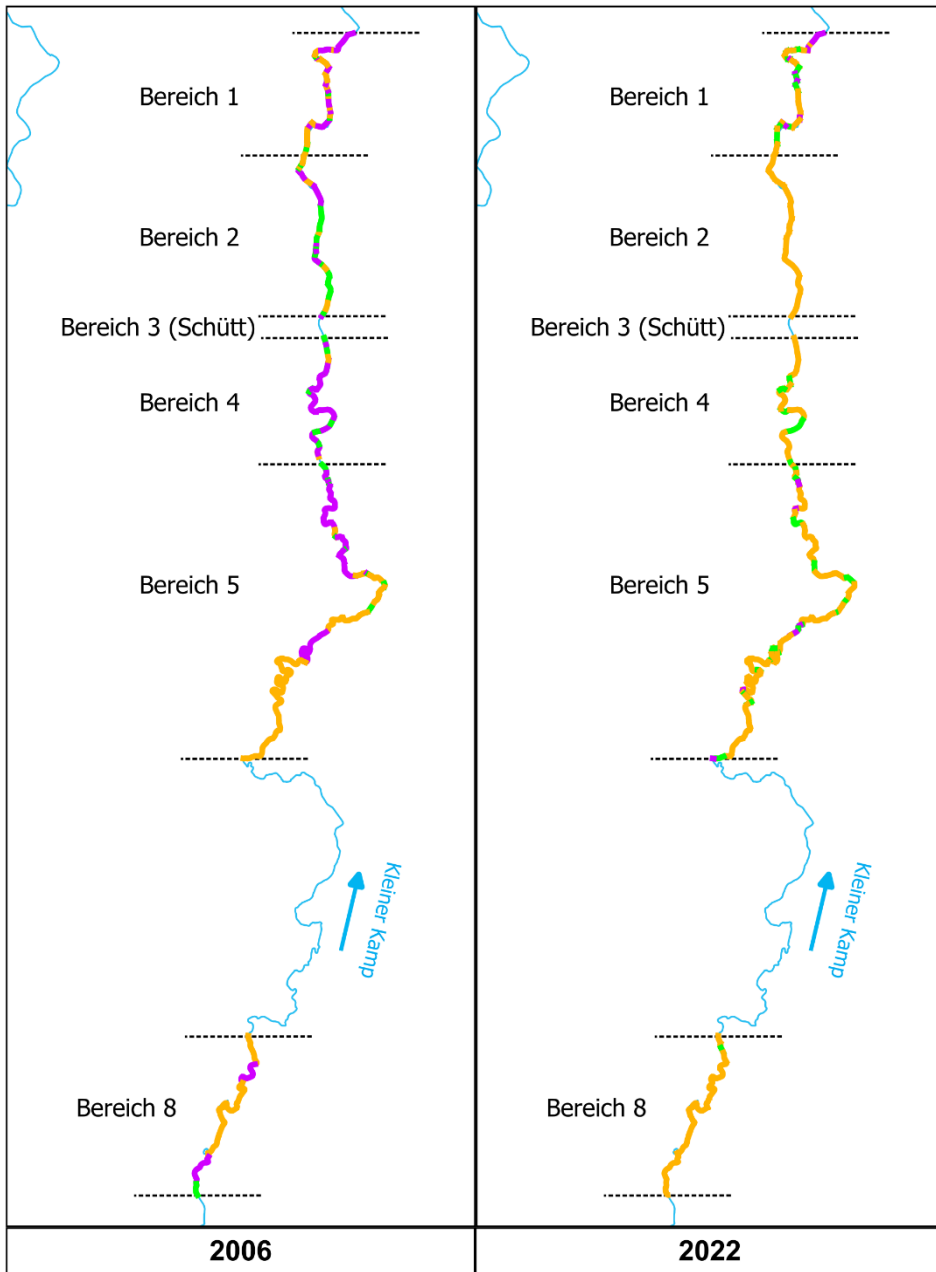


Abb. 7: Gegenüberstellung der Verteilung der Mesohabitate der Jahre 2006 und 2022 im gesamten Untersuchungsgebiet.

## 4.3 Analyse fischökologischer Daten

### 4.3.1 Bachforellen (*Salmo trutta*)

Die folgenden Diagramme zeigen die Entwicklung der Gesamtbiomasse der Bachforelle (alle Größenklassen), einen Einblick in die gemessenen Fischlängen aller Bachforellen  $\geq 120\text{mm}$  und die Verhältnisse zwischen Jung- und Adultfischen.

Die Gesamtbiomasse (siehe Abb. 8) zeigt in den Strecken „Heubrücke“ (Bereich 1) und „Kitzlermühle“ (Bereich 8) leicht steigende und in der Strecke „Grub im Thale“ (Bereich 5) leicht fallende Tendenzen, aber diese reichen nicht aus, um Rückschlüsse auf einen generellen Trend abzuleiten.

Etwas auffälliger hingegen sind die Fischlängen, welche Bachforellen ( $\geq 120\text{mm}$ ) durchschnittlich erreichen. Die jährlichen Mediane der gemessenen Längen zeigen im Speziellen bei der Strecke „Grub im Thale“ (Bereich 5) einen fallenden Trend. Aufgrund der Ergebnisse einer Signifikanzprüfung, dürfen diese Ergebnisse aber nicht als verallgemeinerbar angenommen werden, sondern können noch dem Zufall unterliegen. Die statistische Signifikanz wurde mit dem Korrelationskoeffizienten nach Spearman beurteilt, da man bei der geringen Stichprobe nicht von einer Normalverteilung ausgehen kann und daher ein nichtparametrischer Test anzuwenden ist. Der Pearson-Korrelationskoeffizient dient mit der Berechnung von  $r^2$  dem Abbilden der Stärke der Korrelation (siehe Abb. 12).

Abb. 13 zeigt das Verhältnis zwischen Jung- und Adultfischen. Zwischen 2015 und 2020 ist eine fallende Tendenz zu erkennen, wobei sich danach wieder steigende Werte ergeben.

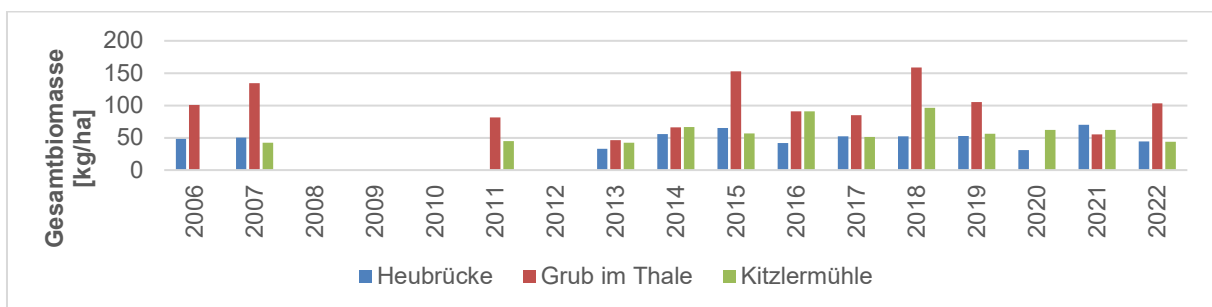


Abb. 8: Entwicklung der Gesamtbiomasse der Bachforelle in drei Strecken des Kleinen Kamps.

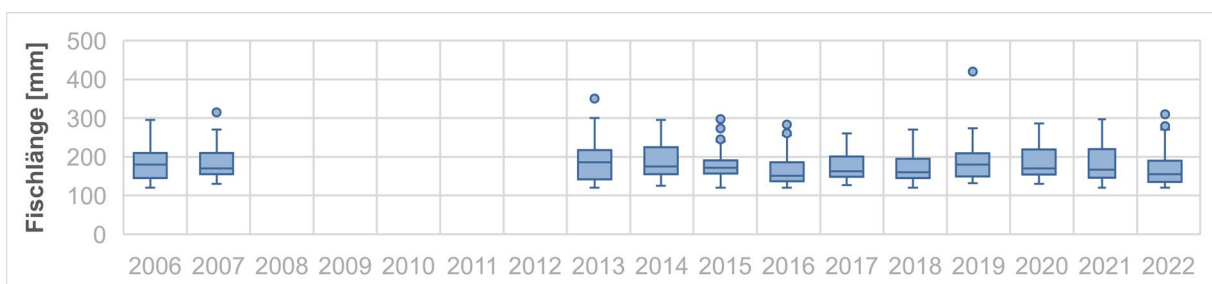


Abb. 9: Strecke „Heubrücke“ (Bereich 1): Übersicht über die Entwicklung der Fischlängen der Bachforellen ( $\geq 120\text{mm}$ ).

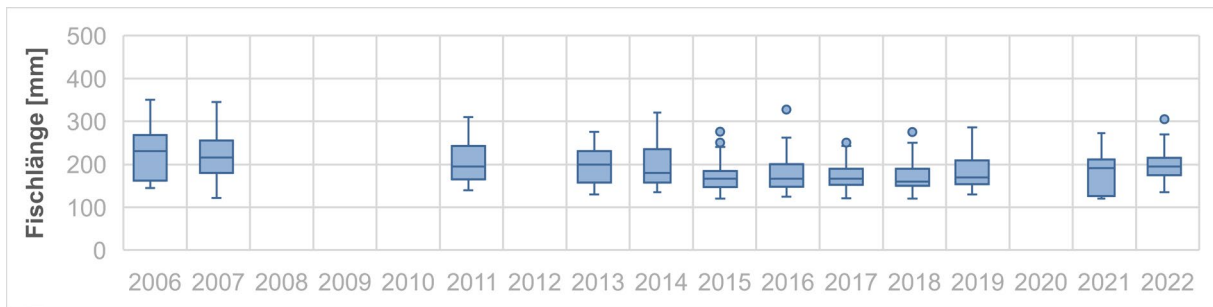


Abb. 10: Strecke „Grub im Thale“ (Bereich 5): Übersicht über die Entwicklung der Fischlängen der Bachforellen ( $\geq 120$  mm).

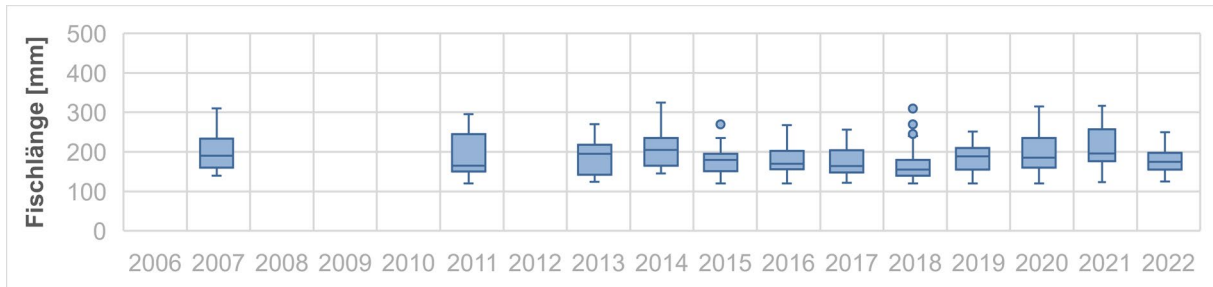


Abb. 11: Strecke „Kitzlermühle“ (Bereich 8): Übersicht über die Entwicklung der Fischlängen der Bachforellen ( $\geq 120$  mm).

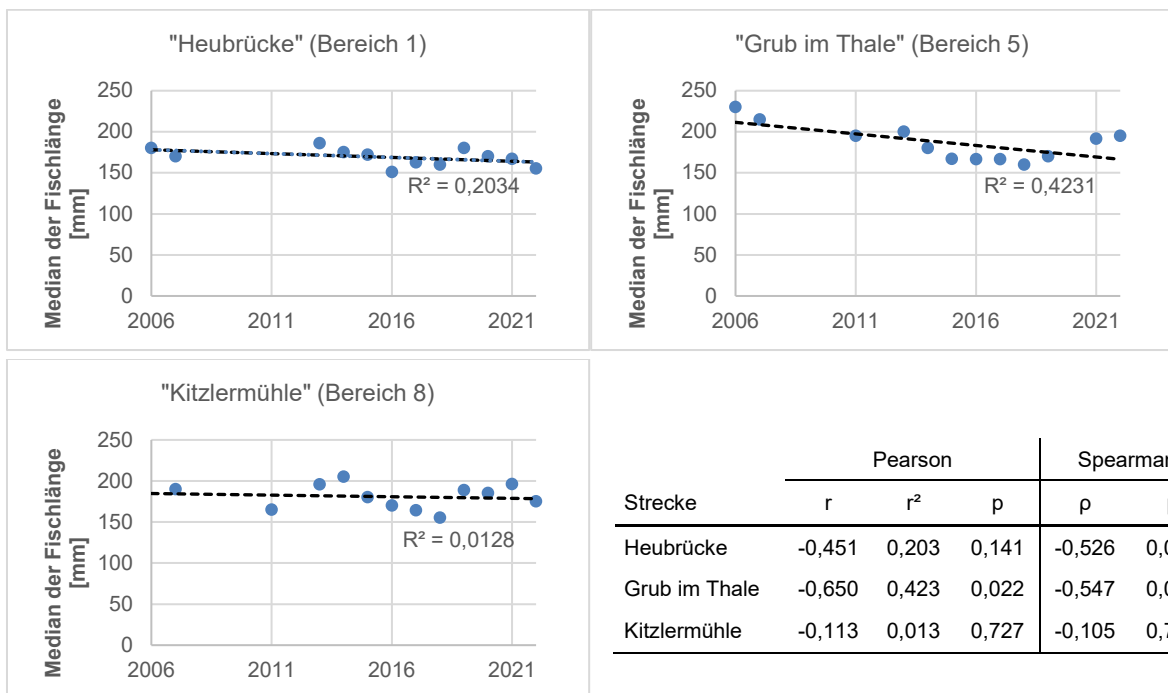


Abb. 12: Mediane der Fischlängen der Bachforellen mit einer Größe  $\geq 120$  mm der Befischungsstrecken „Heubrücke“, „Grub im Thale“, Kitzlermühle“ mit zugehörigen Korrelationskoeffizienten (Signifikanzniveau = 0,05).

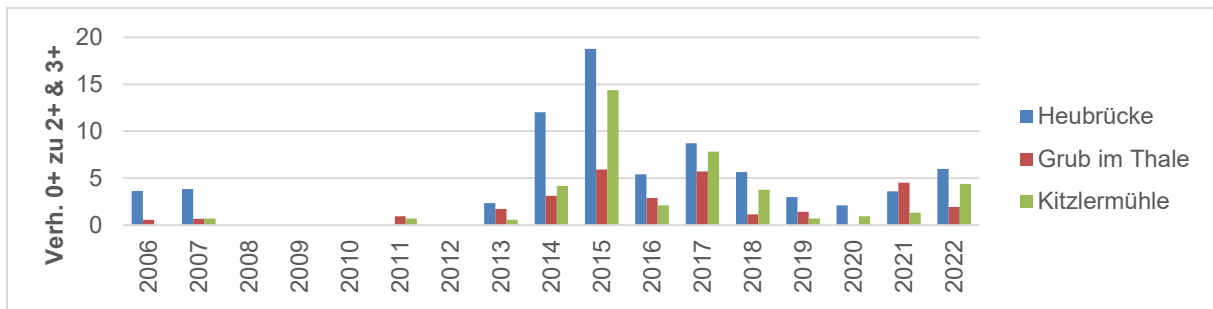


Abb. 13: Verhältnis 0+ zur Summe aus 2+ und 3+ (Datenreihen mit Nullwerten zeigen, dass keine Befischung durchgeführt wurde).

#### 4.3.2 Koppfen (*Cottus gobio*)

Während die gemessenen Längen der Koppfen im Laufe der Jahre einen gleichbleibenden Trend aufweisen, hat die Anzahl der bei den Bestandserhebungen gefangenen Individuen in den Strecken „Heubrücke“ (Bereich 1) und „Grub im Thale“ (Bereich 5) stark abgenommen. In der Strecke „Kitzlermühle“ (Bereich 8) sieht man diesbezüglich einen eher gleichbleibenden Trend. Auch hier zeigt sich aber keine statistische Signifikanz (siehe Abb. 14).

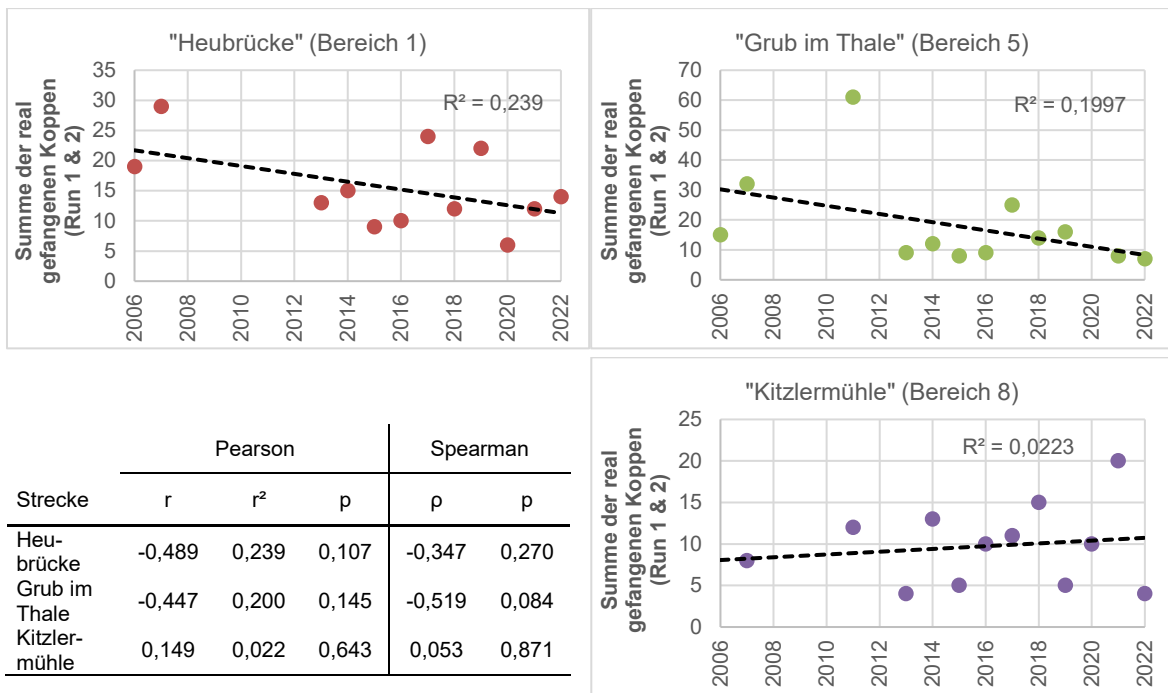


Abb. 14: Anzahl der real gefangenen Koppfen in den jeweils ersten beiden Befischungsdurchgängen mit zugehörigen Korrelationskoeffizienten (Signifikanzniveau = 0,05).

#### 4.3.3 Laichplätze

##### 4.3.3.1 Anteile geeigneter Laichplatzareale im Untersuchungsgebiet

Das größte Vorkommen geeigneter Laichareale war mit etwa 4% (bzw. etwa 550 m<sup>2</sup>) in Bereich 1 zu finden. Im gesamten Untersuchungsgebiet wurden knapp über 1% der Fläche (bzw. etwa 1.100 m<sup>2</sup>) als Laichhabitat eingestuft.

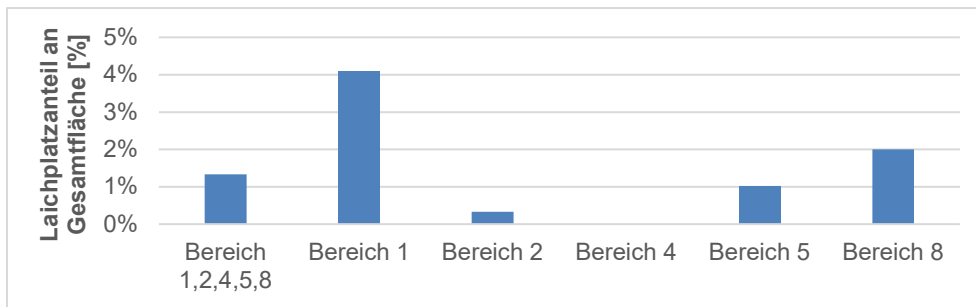


Abb. 15: Laichplatzanteil im gesamten Untersuchungsgebiet und den einzelnen Bereichen.

#### 4.3.3.2 Vorgefundene Laichplätze

Im Rahmen der Kartierung wurden am 13. und 26. Oktober 14 Laichgruben vorgefunden. Davon lag eine in Bereich 1, sechs in Bereich 4 und weitere sieben wurden während einer kurzen Begutachtung eines Abschnitts flussauf des Untersuchungsgebietes auf der Höhe des Ortes Großpertenschlag entdeckt.

Die Korngrößen in den vorgefundenen Laichplätzen liegen im Übergangsbereich zwischen Mikrolithal und Akal. Sie befanden sich in Furten oder flachen Rinnern.

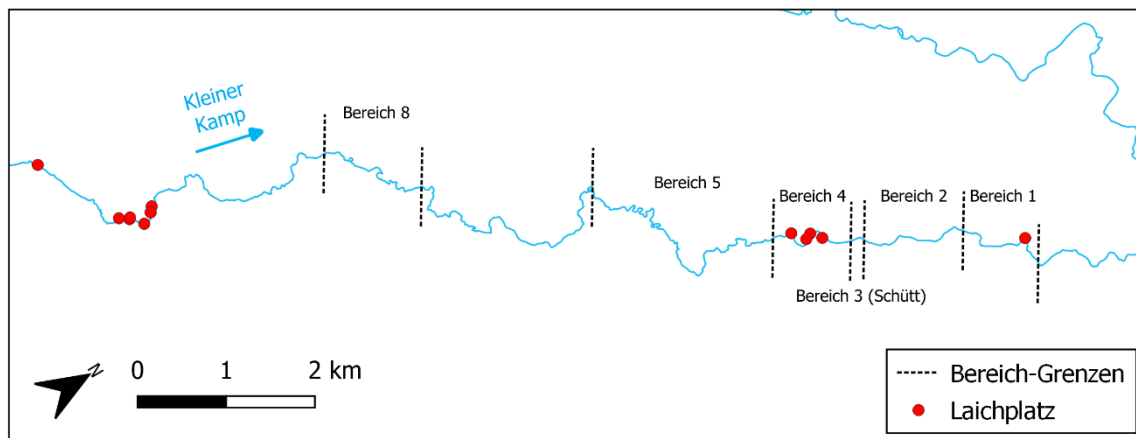


Abb. 16: Vorgefundene Laichplätze während der Kartiertage am 13. und 26. Oktober 2022.

#### 4.4 Analyse der Hydrologie

Abb. 17 und Abb. 18 zeigen deutlich, dass insbesondere seit 2013 keine abflussstarken Jahre bzw. höheren Abflüsse zu verzeichnen waren.

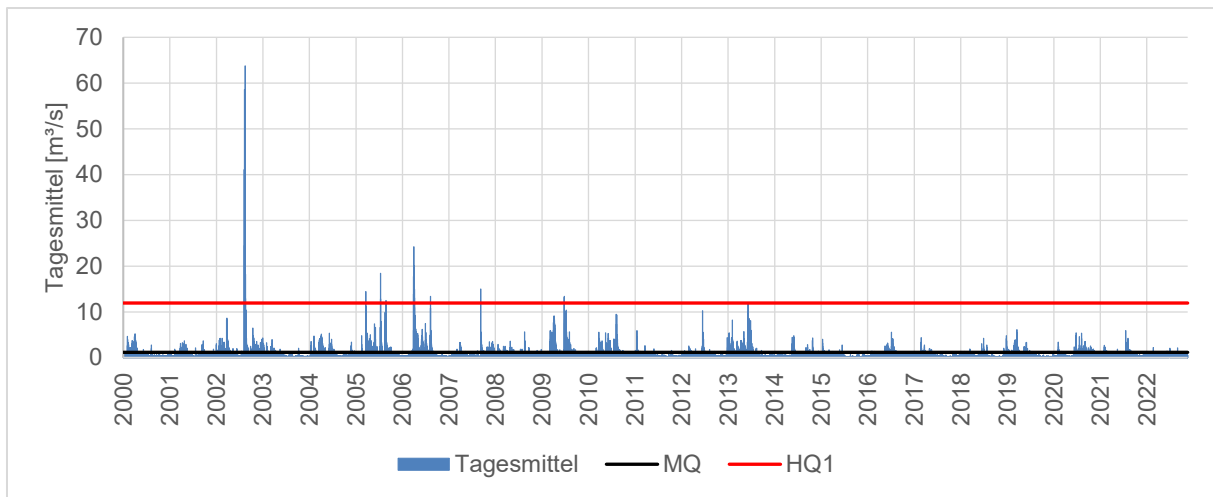


Abb. 17: Tagesmittel des Abflusses auf Höhe Rappottenstein in der Befischungstrecke „Heubrücke“ (Bereich 1).

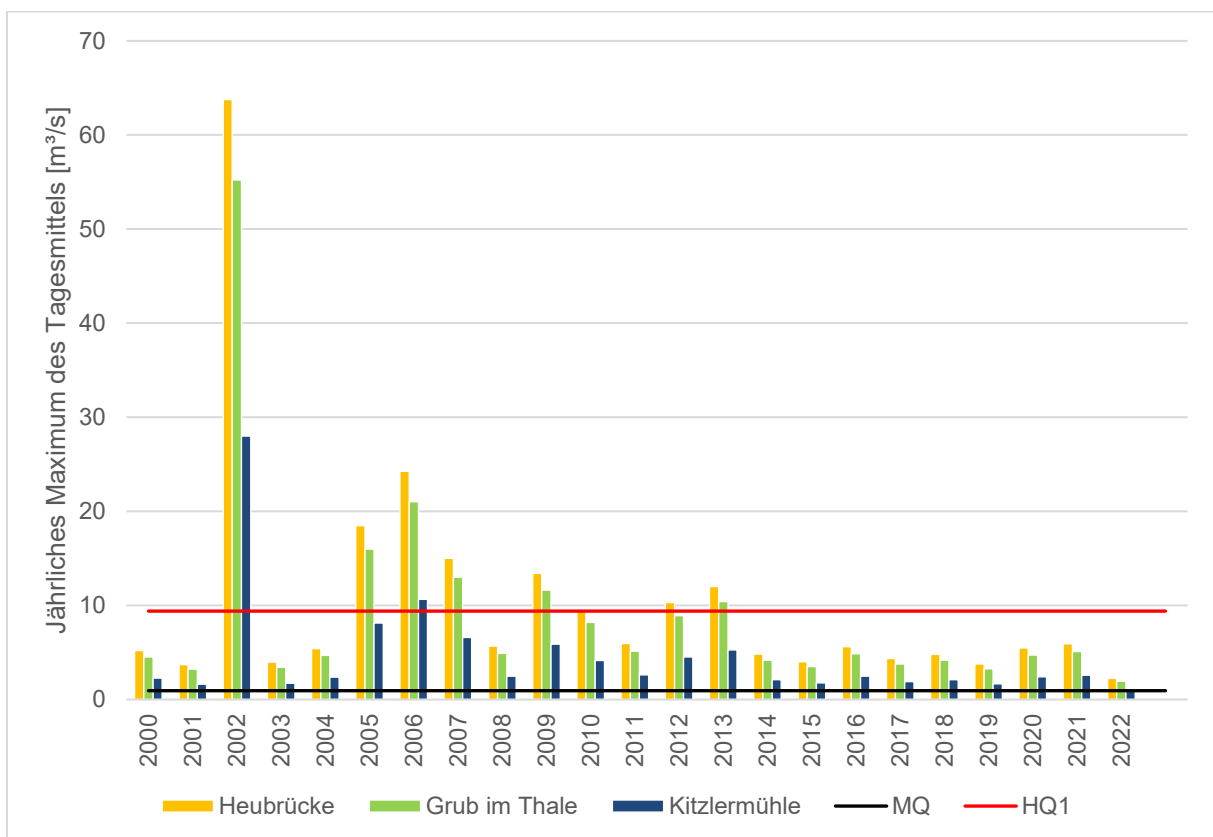


Abb. 18: Maxima des Tagesmittels der letzten 22 Jahre einzelner Befischungstrecken („Heubrücke“ → Bereich 1; „Grub im Thale“ → Bereich 5; „Kitzlermühle“ → Bereich 8). Für MQ und HQ1 wurden die jeweiligen Abflusskennwerte der drei Befischungstrecken gemittelt.



## 5 Diskussion

### Langjährige Entwicklung der Choriotope

Basierend auf dem Vergleich der Daten zur Substratzusammensetzung von 2006 und 2022 zeigt sich ein deutlicher Trend in Richtung der feineren Kornfraktionen. Hier ist insbesondere die Kornfraktion Akal hervorzuheben, welche seit 2006 stark zugenommen hat. Somit handelt es sich nicht wortwörtlich um eine beobachtete Versandung, sondern insbesondere um eine Zunahme der feinen Kornfraktionen mit maximal 2 cm Korndurchmesser. Eine Zunahme ist aber auch bei Psammal und stellenweise Pelal zu verzeichnen. Der Anstieg von Psammal ist meist erst sichtbar, wenn die zweithäufigsten Kornfraktionen der beiden Kartierungsjahre verglichen werden. Dort fällt er aber zum Teil sehr stark aus (siehe Tab. 4). Die Zunahme von Feinsedimenten bedingt folglich eine Abnahme von größeren Kornfraktionen. Im Speziellen ist die relative Abnahme von Mikrolithal in fast allen Bereichen hervorzuheben.

Wie schon in Kapitel 3.2.1 angesprochen, können die Ergebnisse mit einer methodischen Unschärfe behaftet sein, da die individuelle Einschätzung der dominierenden Kornfraktionen je Kartierung abweichen kann. Die große Stichprobe an untersuchten Abschnitten innerhalb eines etwa 10 km langen Untersuchungsgebietes relativiert diese methodische Unschärfe aber. Zusätzlich wurden Fotovergleiche von 2006 und 2022 angestellt, um methodisch bedingte Fehler besser evaluieren zu können. Eine weitere wirkungsvolle Methode ist die Betrachtung der beiden häufigsten Choriototypen mit gleicher Gewichtung ( $\text{Chor}_{1+2}$ ) (siehe Abb. 5 und Tab. 4). Dieser Zugang schließt somit Fehler aus, bei denen die jeweiligen Kartierer bei der mitunter schwierigen Vergabe des häufigsten und zweithäufigsten Substrattyps unterschiedlich entschieden haben.

Besonders interessant sind die Ergebnisse von Bereich 5. Dort zeigen alle Kornfraktionen des feineren Bereichs (Pelal, Psammal, Akal) eine sehr ausgeprägte Zunahme. Pelal und Psammal zeigen als zweithäufigstes Choriotop ebenfalls einen sehr klaren Anstieg, und in gewissen Bereichen dominieren diese Fraktionen sogar erstmalig. Akal zeigt als  $\text{Chor}_1$  einen drastischen Anstieg, der ins Gesamtbild der Entwicklung passt. Wenn man für 2006 alle Flächen zusammenzählt, in denen Akal den ersten und zweiten Rang erreicht, liegt man mit den somit erhaltenen 84% immer noch unter den 90% Flächenanteil, der von Akal im Jahr 2022 allein als  $\text{Chor}_1$  eingenommen wird. Dementsprechend nahmen auch die größeren Kornfraktionen anteilmäßig ab. Weitere auffällige Aspekte sind der Rückgang der Habitatvielfalt (siehe unten) sowie auch, dass dort häufig über große Flächen Makrophyten, welche auf feinem Sediment (Pelal, Psammal) wachsen, vorzufinden waren (siehe Abb. 19). Solche waren 2006 in deutlich geringerer Dichte anzutreffen.



Abb. 19: Makrophyten-Teppiche in Bereich 4 und 5.

## Gefälle

Bei der Diskussion der vorkommenden Choriotope in einem Gewässerabschnitt ist das Gefälle jedenfalls zu berücksichtigen, da eine Abnahme des Gefälles zur Verringerung der Abfuhrkapazität beiträgt und damit wesentlichen Einfluss auf die Substratzusammensetzung der Gewässersohle hat (Hauer et al., 2016). Dieser Sachverhalt ist auch im Kontext der soeben besprochenen Choriotope von Bereich 5 wichtig. Diese Fließstrecke weist mit 0,2% das niedrigste Gefälle aller Bereiche auf (siehe Tab. 1). Dies spiegelt sich auch in der für solch flache Gebiete typischen stark ausgeprägten Mäandrierung des Flusslaufes wider (siehe Abb. 2). Durch die in diesen flachen Bereichen vorherrschende geringe Transportkapazität wird im Vergleich zu steileren Bereichen schneller eine Akkumulation feiner Kornfraktionen auftreten.

## Hydrologie

Neben den geomorphologischen Rahmenbedingungen müssen weiters die Abflüsse rund um den Untersuchungszeitraum betrachtet werden, um die Transportkapazität des Gewässers einschätzen zu können.

Bei großen Abflussereignissen wie einem HQ1 werden zwar die größten Frachten an Sand (Psammal) transportiert, aber der maßgebliche Transport von Sand erfolgt bei Mittelwasser. Im Falle von gröbereren Fraktionen werden für bettbildende Prozesse demnach höhere Abflüsse benötigt (Hauer et al., 2016; Hauer & Flödl, 2019). Nennenswerte bettbildende Abflüsse werden für Kies erst ab HQ1 erreicht. Je größer der jeweilige Abfluss, desto kürzer die benötigte Zeit, um einen entstandenen Sedimentüberschuss abzutransportieren und damit die Flusssohle zu „reinigen“. Somit sind für Sand jedenfalls bereits die Abflüsse bei Mittelwasser (MQ) und dem doppelten Mittelwasser (2x MQ) entscheidend, obwohl auch bei Niederwasser schon Transport stattfindet. Im Untersuchungsgebiet zeigt sich im Speziellen ein Anstieg der Kornfraktion Akal, welche entsprechend höhere Abflüsse für dessen Transport benötigt. Abb. 17 und Abb. 18 zeigen bereits, dass es seit 2013 keine abflussstarken Jahre mehr gegeben hat. Abb. 20 liefert zusätzlich einen Einblick in die Anzahl der Tage, an denen pro Jahr gewisse

Abflüsse erreicht wurden, was in weiterer Folge Rückschlüsse auf die daraus resultierende schwächere Transportkapazität zulässt.

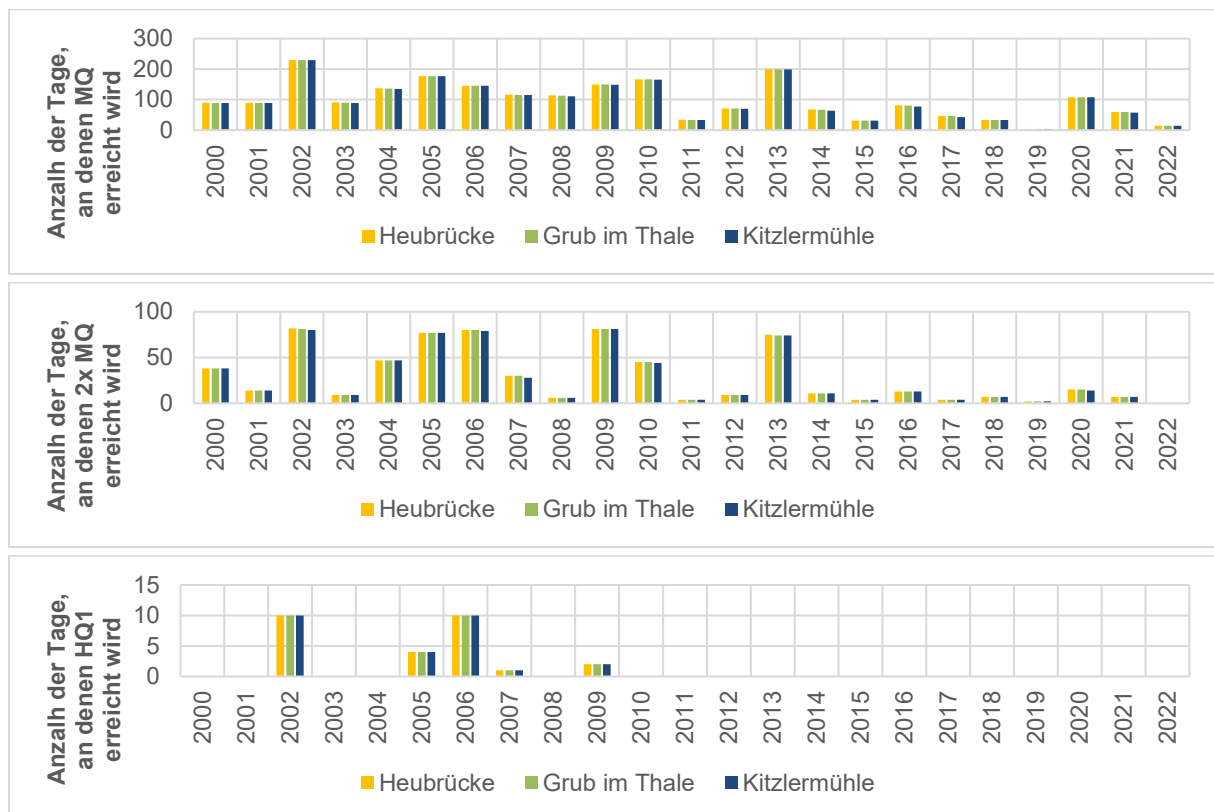


Abb. 20: Anzahl der Tage, an denen der mittlere tägliche Abfluss größer oder gleich MQ / 2x MQ / HQ1 war (bezogen auf das komplette Jahr) – Skalierung der y-Achse variiert je Diagramm.

Rund um das Jahr 2006, in dem die erste Kartierung stattgefunden hat, besaß der Kleine Kamp eine deutlich größere Kapazität anfallendes Sediment abzutransportieren. In den letzten zehn Jahren konnte sich demnach bei gleichbleibendem oder sogar vermehrtem Sedimenteintrag mehr Feinsediment ablagern.

Neben der Gegenüberstellung der erhobenen Flächenanteile der jeweiligen Choriotypen, können zur Verdeutlichung Fotos der beiden Vergleichsjahre herangezogen werden, um den Charakter der Flüsse zu analysieren. Beispielsweise zeigt Abb. 21 eine Stelle in Bereich 2, bei der die veränderte Struktur und Substratausstattung des Flussbettes ersichtlich wird. Durch geringere Abflüsse über längere Zeiträume kann sich Feinsediment anlagern und auch vermehrt Pioniervegetation bilden.



Abb. 21: Fotovergleich eines Abschnittes in Bereich 2 (der rote Ring dient der Orientierung und markiert denselben Punkt in beiden Fotos). Trotz unterschiedlicher Wasserstände (2006:  $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ ; 2022:  $0,7 \text{ m}^3/\text{s}$ ) wird die unterschiedliche Habitatausstattung durch die aufgekommene Inselbildung mit Pioniervegetation ersichtlich.

## Mesohabitate

Hauer (2015) und Hauer et al. (2016) beschreiben die erhebliche Veränderung der Gewässermorphologie, die von der Akkumulation von Grobsand und Feinkies (Korndurchmesser  $1 - 10 \text{ mm}$ ) ausgehen kann und in der Böhmisches Masse beobachtet wird. In stark ausgeprägten Bereichen ist dann die Gewässersohle vollkommen von verwittertem Granit und Gneis bedeckt, was auch die Verfüllung von Kolkbereichen mit sich bringen kann. Die Homogenisierung der Flussmorphologie ist die Folge, in der Furt-Kolk-Abfolgen mehr und mehr verschwinden und der Fluss vor allem Eigenschaften des Dünentyps nach Montgomery & Buffington (1997) aufweist.

Abb. 6 zeigt sehr drastische Änderungen in den auftretenden Mesohabitaten. Der Vergleich der aufgenommenen Fotos der jeweiligen Bereiche zeigt, dass teilweise auch Unschärfen, verursacht durch unterschiedliche Einschätzungen der Kartierer der beiden Untersuchungsjahre, für diese großen Sprünge verantwortlich sind. Dennoch ist ein Trend in Richtung Homogenisierung des Flussbetts und Abnahme von Furten und Kolken mit den vorliegenden Ergebnissen der Choriotopkartierung jedenfalls gegeben. Durchaus aussagekräftig scheinen beispielsweise die Ergebnisse vom vorhin diskutierten Bereich 5. Dort



ist die relative Häufigkeit der Kolke von etwa 40% (2006) auf 5% (2022) gefallen. Im selben Bereich ist ein Anstieg der Rinner von 56% auf 80% dokumentiert worden (siehe Abb. 6).

### **Auswirkung auf das aquatische und terrestrische Ökosystem**

Wie schon in Kapitel 1 umrissen, wirkt sich eine Zunahme an Feinsediment negativ auf die Lebensraumqualität im hyporheischen Interstitial und damit auf die Biomasse des Makrozoobenthos (MZB) aus, welche als Nahrungsgrundlage für Fische wiederum Auswirkungen auf die Ausprägung der Fischfauna und in weiterer Folge auf die gesamte Produktion des Ökosystems hat (Leitner et al., 2015). Während die langjährige Entwicklung der Biomasse der Bachforellenpopulation (siehe Abb. 8) keinen nennenswerten Trend zeigt, ist hinsichtlich der Fischlängen der Bachforellen im Speziellen in Bereich 5 ein fallender Trend zu erkennen (siehe Abb. 10 & Abb. 12). Bereich 5 ist auch gleichzeitig der Bereich mit der auffälligsten Zunahme an Feinsediment. Somit wäre eine mögliche daraus resultierende Reduktion der MZB-Biomasse ein Erklärungsansatz für die Abnahme der Fischgrößen. Obwohl für diese tendenzielle Abnahme keine statistische Signifikanz gegeben ist, geben die Daten jedenfalls Anlass, deren zukünftige Entwicklung zu beobachten. Die Befischungsdaten zeigen weiters, dass tendenziell Jahr für Jahr weniger Koppen gefangen wurden, deren Lebensweise stark an die Lückenräume im Substrat gebunden ist. Hier gilt es zu bedenken, dass Abundanzen von Koppen nur eingeschränkt quantifiziert werden können, da sie bei Elektrobefischungen nur schwer gefangen werden können, und dass die ermittelte Korrelation statistisch nicht signifikant ist. Dennoch sollte angesichts der konstanten Methodik der Befischungen auch hier der beobachtete Trend der gefangenen Individuen ernst genommen werden. Wie bereits beschrieben, wirkt sich eine Anhäufung feinerer Sedimente schwerwiegend auf die Verfügbarkeit potenzieller Laichplätze von Bachforellen und somit auf die Jungfischdichten aus. Die in diesem Projekt analysierten Daten zu den Jungfischdichten und dem geeigneten Laichhabitat von Bachforellen deuten derzeit nicht darauf hin, dass Laichsubstrat im gesamten Gewässer limitiert wäre.

Neben einer Reduktion der Produktivität im Sinne der fischereilichen Nutzung sind die beschriebenen Tendenzen auch wichtig im weiteren Kontext der Produktivität des gesamten aquatischen und auch terrestrischen Ökosystems, da viele Landtiere sowie auch Amphibien von aquatischen Lebewesen abhängig sind. Abseits der Auswirkungen auf die trophische Kaskade ist es aber auch die Artenvielfalt, die gerade im Fall bereits bedrohter Arten, wie der Flussperlmuschel, unter den beschriebenen Entwicklungen zusätzlichen Druck erfährt.

Die Reproduktion der Flussperlmuschel basiert auf der Parasit-Wirt-Beziehung mit der Bachforelle, wodurch sich sämtliche Beeinträchtigungen des Wirtes auch negativ auf die Flussperlmuschel auswirken. Aber die Zunahme von Feinsedimenten betrifft diese gefährdete Art auch unmittelbar, da die Verfüllung der Lückenräume in der Flusssohle zu einem eingeschränkten Wasseraustausch und somit zu verringerten Sauerstoffkonzentrationen im Bereich des hyporheischen Interstitials führt, was in weiterer Folge deren Überlebensrate vermindert (Geist & Auerswald, 2007). Diese Degradierung der Flussperlmuschelhabitate ist nicht nur auf tonige Feinsedimente zurückzuführen. Auch Kornfraktionen mit bis zu 1 cm Durchmesser, welche der Verwitterung des für die Böhmisches Masse typischen Granits und Gneises entspringen, sind hier relevant (Hauer, 2015).

## 6 Zusammenfassung

Die im vorliegenden Projekt erhobenen Daten bilden eine Zunahme der Feinsedimente (Akal, Psammal, Pelal) am Kleinen Kamp ab, wobei insbesondere Akal eine auffällige Zunahme zeigt. Zum einen sind Bereiche, in denen feines Substrat dominiert, beinahe im gesamten Untersuchungsgebiet stark angestiegen. Zum anderen herrschen am Kleinen Kamp Rahmenbedingungen vor, welche einen Sedimentüberschuss begünstigen. Die Akkumulation feiner Korngrößen muss zunächst stark im Zusammenhang mit den hydrologischen Bedingungen des letzten Jahrzehnts gesehen werden. Offen bleibt, inwieweit Landnutzungseffekte wie Land- und Forstwirtschaft ebenfalls den Versandungsprozess gefördert haben. Die Entwicklungen in der Fischzönose lassen erste Reaktionen auf den geänderten Sedimenthaushalt vermuten. Gesicherte Ergebnisse sollten mittels weiterer Beobachtungen in den nächsten Jahren erzielt werden.

Zusammenfassend erscheint es wichtig, den Sedimenthaushalt des Kleinen Kamps weiter zu beobachten und auch die existierenden Daten intensiver zu analysieren. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde lediglich ein erster Schritt in Richtung des Systemverständnisses unternommen. Angesichts der existierenden Datenlage und der Tatsache, dass das Untersuchungsgebiet in einem Schutzgebiet liegt, bietet es sich an, weitere Nachforschungen anzustellen, welche sich bspw. mit der Produktivität des aquatisch-terrestrischen Ökosystems, der Situation der Schutzgüter und mit den möglichen Ursachen der beobachteten Prozesse befassen (Hydrologie, Klimawandel, Waldbewirtschaftung, Landwirtschaftliche Nutzung, etc.) Letztendlich sollen diese dazu dienen, Maßnahmen zur Minderung von Versandungsprozessen weiterzuentwickeln.

## 7 Quellen

Ballinger, A.; Lake, P. S. (2006): Energy and nutrient fluxes from rivers and streams into terrestrial food webs. *Marine and Freshwater Research* 57(1). <http://dx.doi.org/10.1071/MF05154>

Bayerisches Landesamt für Umwelt (2021): Versauerung. Online: [https://www.lfu.bayern.de/boden/was\\_gefaehrdet\\_boeden/versauerung/index.htm](https://www.lfu.bayern.de/boden/was_gefaehrdet_boeden/versauerung/index.htm) (26.02.2023)

BMLFUW - Bundesministerium für Land - und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hrsg.) (2001): Aquatische Ökoregionen und Fließgewässer-Bioregionen Österreichs - eine Gliederung nach geoökologischen Milieufaktoren und Makrozoobenthos-Zönosen. Wien.

Geist, J. & Auerswald, K. (2007): Physicochemical stream bed characteristics and recruitment of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*). *Freshwater Biology* 52: 2299-2316. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2007.01812.x>

Gruber, G. (2022): Untersuchung der demographischen Entwicklung zweier Bachforellenpopulationen im Kontext der Habitatnutzung der böhmischen Masse. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur.

Hauer, C. (2015): Review of hydro-morphological management criteria on a river basin scale for preservation and restoration of freshwater pearl mussel habitats. *Limnologica* 50: 40-53. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2014.11.002>

Hauer, C.; Höfler, S.; Flödl, P.; Gumpinger C., Habersack, H.; Holzinger, J.; Kloibmüller, A.; Leitner, P.; Lichtneger, P.; Mayer, T.; Ottner, F.; Riechl, D.; Wagner, B.; Walter, T.; Weingraber, F.; Graf, W. (2016): Regionale Aspekte des Feststoffmanagements als Grundlage für den naturnahen Wasserbau im Mühlviertel und im Bayerischen Wald. *Österr Wasser- und Abfallw* 68: 488–502. <https://doi.org/10.1007/s00506-016-0353-0>

Hauer, C.; Flödl, P. (2019): Studies on morphological regime conditions of bi-modal grain size rivers: Challenges and new insights for freshwater pearl mussel habitats. *Limnologica* 79: 125729. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2019.125729>

Hinterhofer, M.; Pinter, K.; Unfer, G. (2012): Fischereiliches Managementkonzept Kleiner Kamp. Niederösterreichische Landesregierung - Abteilung Naturschutz.

Illies, J. (Hrsg.) (1978): *Limnofauna Europaeae*.- 2., überarbeitete und ergänzte Auflage, Stuttgart, New York: G. Fischer Verlag; Amsterdam: Swets & Zeitlinger B.V..

Jungwirth, M.; Haidvogel, G.; Moog, O.; Muhar, S.; Schmutz, S. (2003): *Angewandte Fischökologie an Fließgewässern*. Wien: Facultas Verlags- und Buchhandels AG.

Leitner, P. (2014): Effects of anthropogenic induced fine sediment deposition on the benthic invertebrate assemblages of a 4th order granite stream (Waldaist, Upper Austria). Dissertation, Universität für Bodenkultur, Wien.

Leitner, P.; Hauer, C.; Ofenböck, T.; Pletterbauer, F.; Schmidt-Kloiber, A.; Graf, W. (2015): Fine sediment deposition affects biodiversity and density of benthic macroinvertebrates: A case study in the freshwater pearl mussel river Waldaist (Upper Austria). *Limnologica* 50: 54-57. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2014.12.003>

Lichtneger, P.; Mayer, T.; Holzinger, J.; Habersack, H.; Hauer, C. (2015): Hydrodynamische Modellversuche zur Versandungsproblematik in Fließgewässern der Böhmisches Masse. *Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen* 53. <https://hdl.handle.net/20.500.11970/103404>

Montgomery, D. R.; Buffington, J. M. (1997): Channel-reach morphology in mountain drainage basins. *GSA Bulletin*, 109(5): 596-611.

Moog, O.; Ofenböck, T. (2000): Österreichs Anteil an den europäischen Ökoregionen. In: Umweltbundesamt GmbH (Hrsg.) (2000): *Fließgewässer-Naturräume Österreichs*. UBA Monographien Nr. 128, Wien. 10-15.

Moog, O.; Nesemann, H.; Ofenböck, T. (2001): Österreichs Anteil an den europäischen aquatischen Ökoregionen – eine „a priori“-Gliederung auf Basis landschaftsprägender Milieufaktoren. *Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft* 52(7/8): 204-209.

Ofenböck, T.; Wolfram, G.; Leitner, P. (2008): Integrated Project to evaluate the Impacts of Global Change on European Freshwater Ecosystems (Euro-limpacs). Deliverable No. 224. Report - Effect of braiding and sedimentation on mountain rivers. Analysis of differences in silted and not-silted sites.

Umweltbundesamt (Hrsg.) (1996): *Abflussregime österreichischer Fließgewässer*. Wien.

Warfe, D. M.; Barmuta, L. A. (2006): Habitat structural complexity mediates food web dynamics in a freshwater macrophyte community. *Oecologia* 150: 141-154. <http://dx.doi.org/10.1007/s00442-006-0505-1>

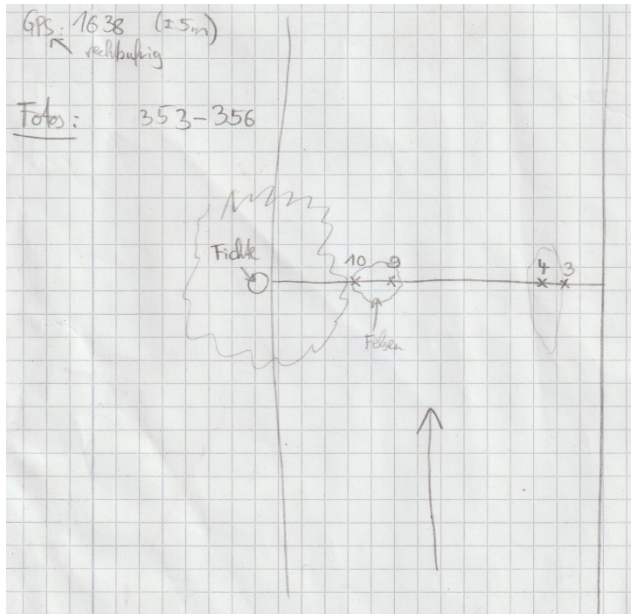
Wood, P. J.; Armitage, P. D. (1997): Biological Effects of Fine Sediment in the Lotic Environment. *Environmental Management* 21(2): 203-217. <https://doi-org-1000c9e4f01c6.pisces.boku.ac.at/10.1007/s002679900019>



# Anhang

## 1 Transekte für Detailmessungen des Substrats

### 1.1 Transekt bei Befischungsstrecke „Heubücke“



Gesamtbreite des Transekts: 13,1 m  
Aufnahmedatum: 25.10.2022  
Aufnahmezeit: 14:15

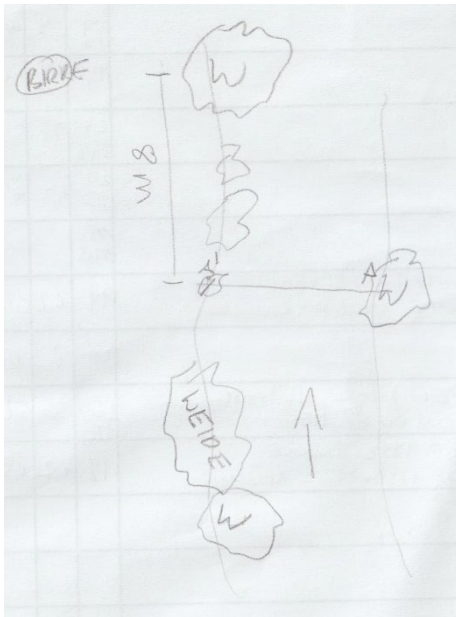
#### Koordinaten:

lat: 48,51281899  
lon: 15,08381101  
Seehöhe: 614,808289 m  
Genauigkeit: ± 5m

Position [m]	Tiefe [m]	Choriotop	Anmerkung
1	0,13	Akal	
2	0,07	Akal	
3	0,02	Akal	
4	0	Akal	
5	0,06	Akal	
6	0,17	Akal	
7	0,33	Akal	
8,1	0,405	Akal	
9	0,405	Megalithal	Pkt. auf Felsen
10	0,045	Megalithal	Pkt. auf Felsen
11	0,445	Mesolithal	
12	0,38	Mikrolithal	
13	0,125	Akal	

*Messungen starten orographisch rechts.*

## 1.2 Transekt bei Befischungsstrecke „Grub im Thale“



Gesamtbreite des Transekts: 5,5 m  
 Aufnahme datum: 14.11.2022  
 Aufnahmezeit: 16:45

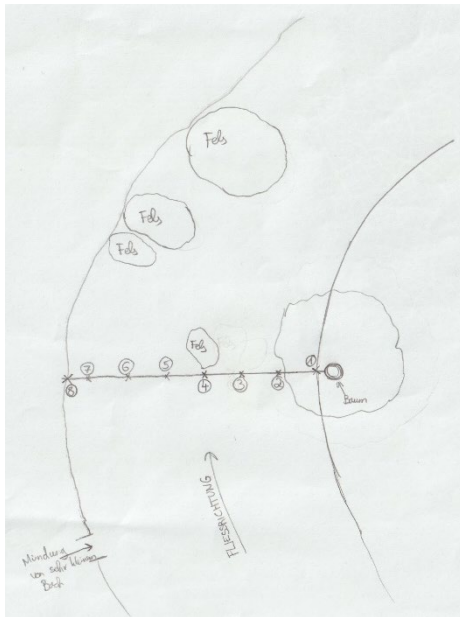
### Koordinaten:

lat: 48,47912198  
 lon: 15,045928  
 Seehöhe: 653,276855 m

Position [m]	Tiefe [m]	Choriotop
0	0	
0,4	0,16	Makrolithal
1	0,36	Akal
2	0,38	Akal
3	0,38	Akal
4	0,32	Psammal
5	0,2	Pelal
5,5	0	

*Messungen starten orographisch rechts.*

### 1.3 Transekt bei Befischungsstrecke „Kitzlermühle“



Gesamtbreite des Transekts: 6,75 m  
 Aufnahme datum: 16.11.2022  
 Aufnahmezeit: 14:09

#### Koordinaten:

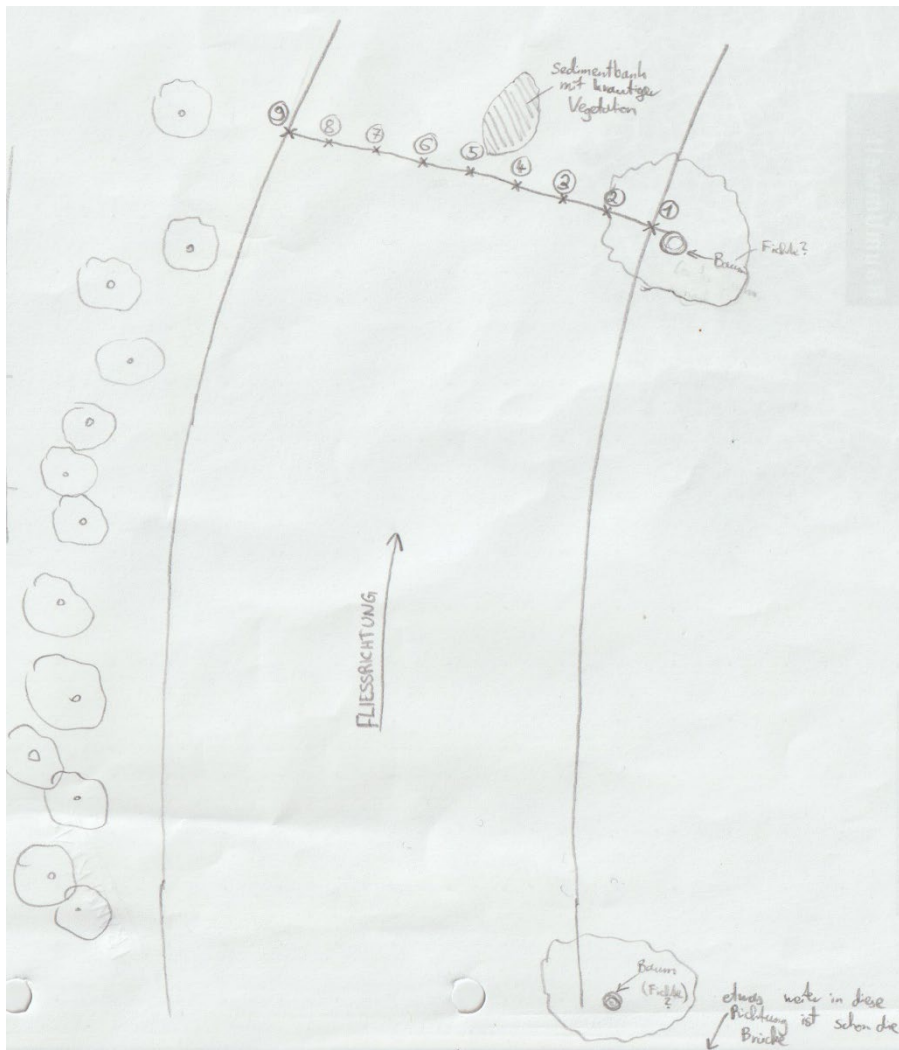
lat: 48,461278  
 lon: 15,025119  
 Seehöhe: 673,965271 m  
 Genauigkeit:  $\pm 5$  m

Position [m]	Tiefe [m]	Choriotop
0	0	Psammal
1	0,19	Psammal
2	0,53	Psammal
3	0,8	Psammal
4	0,56	Psammal
5	0,48	Psammal
6	0,17	Psammal
6,75	0	Psammal

*Messungen starten orographisch rechts.*



## 1.4 Transekt bei Befischungsstrecke „Klein-Siegharts“



Gesamtbreite des Transekts: 7,76 m  
 Aufnahmedatum: 16.11.2022  
 Aufnahmezeit: 16:21

Koordinaten:

lat: 48,442382

lon: 15,01253198

Seehöhe: 716,710144 m

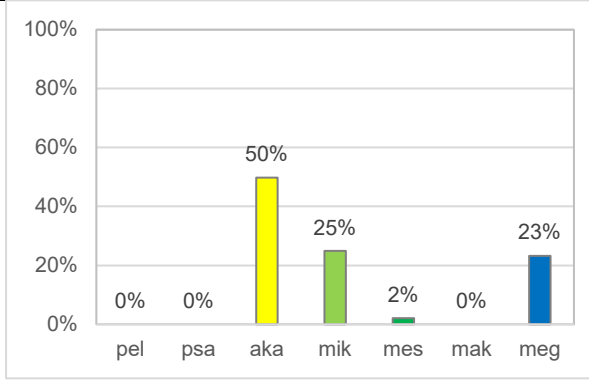
Genauigkeit:  $\pm 7$  m

Position [m]	Tiefe [m]	Choriotop	Anmerkung
0	0,21	Akal	WSP rechts unterspült
1	0,19	Makrolithal	
2	0,14	Akal	
3	0,02	Akal	
4	0,06	Akal	
5	0,07	Akal	
6	0,09	Akal	
7	0,11	Akal	
7,76	0	Pelal	

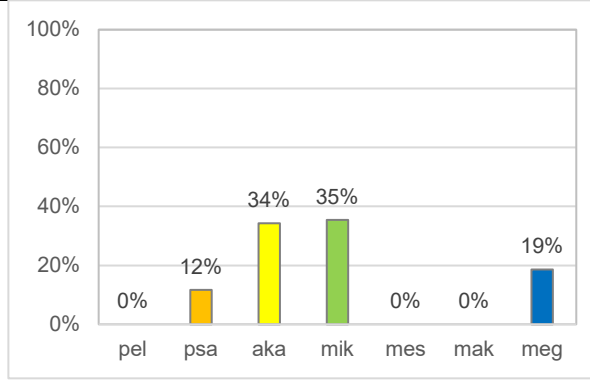
*Messungen starten orographisch rechts.*

## 2 Relative Anteile von Chor<sub>1</sub>

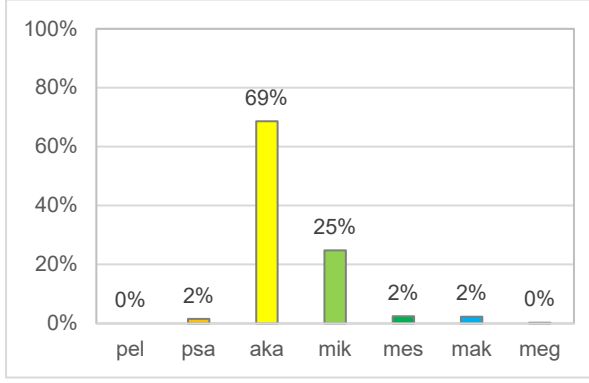




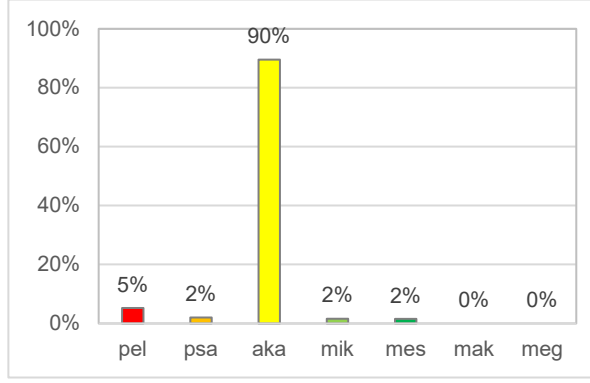
**2006**  
Bereich 4



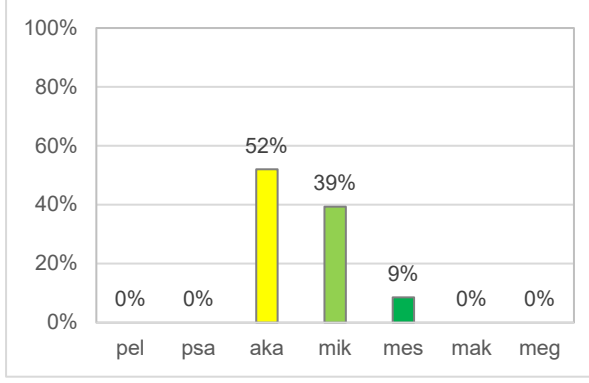
**2022**  
Bereich 4



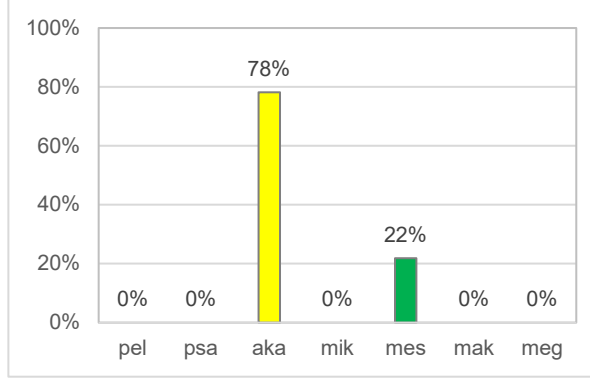
**2006**  
Bereich 5



**2022**  
Bereich 5



**2006**  
Bereich 8



**2022**  
Bereich 8