

Michael von Siemens  
Dipl.-Biologe  
Kriemhildenstr. 15  
80639 München  
Tel. 089/1235424  
e-mail: vonsiemens@web.de

# Bewertung der Geschiebeweitergaben unterhalb des Isar-Kraftwerks Bad Tölz aus fischökologischer Sicht und Handlungsempfehlungen für die zukünftige Bewirtschaftung



Auftraggeber:  
Landesfischereiverband Bayern e.V.  
Pechdellerstr. 16  
81545 München

Juli 2015

Projektleitung:

Referat III  
Johannes Schnell

Dieser Auftrag wurde gefördert aus Mitteln der bayerischen Fischereiabgabe

## Inhalt

<b>1.</b>	<b>AUFTRAG</b> .....	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>ANLASS UND AUFGABENSTELLUNG</b> .....	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>FISCHÖKOLOGISCHER ZUSTAND DER ISAR UNTERHALB BAD TÖLZ UNTER DEM EINFLUSS DER GESCHIEBEWEITERGABE</b> .....	<b>7</b>
<b>3.1</b>	<b>Untersuchungsgebiet (UG)</b> .....	<b>7</b>
<b>3.2</b>	<b>Leitbild</b> .....	<b>7</b>
3.2.1	Obere Isar .....	7
3.2.2	Untersuchungsgebiet.....	8
3.2.3	Referenz-Fischzönose.....	9
<b>3.3</b>	<b>IST-Zustand</b> .....	<b>10</b>
3.3.1	Obere Isar .....	10
3.3.2	Untersuchungsgebiet.....	12
3.3.3	Allgemeine Veränderungen im Fischbestand und dessen fischereilicher Nutzung in der Oberen Isar .....	19
3.3.4	Fischbestand im UG .....	20
3.3.5	Wassertemperatur: zeitliche und räumliche Verteilung .....	27
<b>3.4</b>	<b>Fischökologische Strukturbewertung</b> .....	<b>30</b>
3.4.1	Voruntersuchungen, Kartierungsumfang, Ortstermine .....	30
3.4.2	Ergebnisse .....	32
3.4.2.1	Lebensraumansprüche der Leitbildarten .....	32
3.4.2.2	Flussmorphologie, Verbauungsgrad.....	34
3.4.2.3	Sohlbeschaffenheit .....	35
3.4.2.4	Nebenfließgewässer (Seitenzuflüsse) und deren Anbindung .....	41
3.4.2.5	Sommer-Jungfischhabitate .....	43
3.4.2.6	Wintereinstände für Jungfische.....	46
3.4.2.7	Standplätze Adulthuchen .....	51
<b>3.5</b>	<b>Das Konzept der Geschiebeumsetzung: Theorie und Praxis</b> .....	<b>56</b>
3.5.1	Geschiebe- und Schwebstofffracht früher und heute .....	57
3.5.2	Massenbilanz mittels Geschiebeumsetzungen, Strauraumspülungen und weiterer Maßnahmen .....	57
3.5.3	Geschiebezusammensetzung und mittlere Korngröße.....	59
3.5.3.1	Empfehlungen zum Zugabematerial (gemäß Kortmannstudie).....	59
3.5.3.2	Natürliche Korngrößen im UG im Vergleich mit dem zugeführten Material .....	61
3.5.4	Praxis der Stauraumspülung und fischökologisches Konfliktpotenzial .....	73
<b>4.</b>	<b>Zusammenfassung der Defizite, Handlungsbedarf, Empfehlungen</b> .....	<b>77</b>
<b>4.1</b>	<b>Geschiebekonzept</b> .....	<b>77</b>
<b>4.2</b>	<b>Spülmanagement des Tölzer Stauraums</b> .....	<b>79</b>
<b>4.3</b>	<b>Fischökologie</b> .....	<b>82</b>

---

<b>5.</b>	<b>Vorschläge zur Aufwertung defizitärer Habitate.....</b>	<b>86</b>
<b>5.1</b>	<b>Maßnahmenpaket .....</b>	<b>87</b>
5.1.1	Maßnahmen in Verbindung mit Uferrückbau (U1 bis U8).....	87
5.1.1.1	Maßnahme U1 .....	87
5.1.1.2	Maßnahme U2.....	89
5.1.1.3	Maßnahme U3.....	91
5.1.1.4	Maßnahme U4.....	92
5.1.1.5	Maßnahme U5.....	95
5.1.1.6	Maßnahme U6.....	96
5.1.1.7	Maßnahme U7.....	98
5.1.1.8	Maßnahme U8.....	100
5.1.2	Revitalisierung von Nebenarmen (Maßnahmen NA1 und NA2) .....	102
5.1.2.1	Maßnahme NA1 .....	102
5.1.2.2	Maßnahme NA2.....	104
5.1.3	Bau von Wintereinständen (W1 bis W7) .....	106
5.1.3.1	Maßnahme W1(im Dezember 2014 bereits umgesetzt) .....	106
5.1.3.2	Maßnahme W2 (im Dezember 2014 bereits umgesetzt) .....	108
5.1.3.3	Maßnahme W3 (im Dezember 2014 bereits umgesetzt) .....	109
5.1.3.4	Maßnahme W4.....	111
5.1.3.5	Maßnahme W5 (im Dezember 2014 bereits umgesetzt) .....	113
5.1.3.6	Maßnahme W6.....	114
5.1.3.7	Maßnahme W7.....	115
<b>5.2</b>	<b>Priorisierung der Maßnahmen .....</b>	<b>117</b>
<b>6.</b>	<b>Danksagung.....</b>	<b>118</b>
<b>7.</b>	<b>Literatur.....</b>	<b>119</b>
<b>8.</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>122</b>

## **1. AUFTRAG**

Gemäß Werksvertrag vom 25.4.2014 wurde der Unterzeichnete vom Landesfischereiverband Bayern e.V., vertreten durch den Präsidenten Prof. Dr.-Ing. Albert Göttle, beauftragt, die Geschiebeweitergaben unterhalb des Isar-Kraftwerks Bad Tölz aus fischökologischer Sicht zu bewerten und Handlungsempfehlungen für die zukünftige Bewirtschaftung auszusprechen.



***Abbildung 1. Blick von der Stufe Bad Tölz isarabwärts (Aufnahme 6.11.2013)***

## **2. ANLASS UND AUFGABENSTELLUNG**

Vielfältige Eingriffe in die Gewässergeometrie, in das Abflussgeschehen sowie in den Feststoffhaushalt, die vorwiegend im Verlauf des vergangenen Jahrhunderts, teils auch schon wesentlich früher vorgenommen wurden, haben das natürliche Erscheinungsbild der Isar zwischen Bad Tölz und München maßgeblich verändert. Aus einem einstmals netzartig verzweigten Flusslauf, der sich innerhalb teils sehr breiter alluvialer Überschwemmungsflächen ständig neue Abflusswege bahnte, wurde nach und nach ein kaum noch veränderliches, meist gestrecktes Hauptgerinne ohne regelmäßig wasserführende Seitenarme. Einer mit dieser Entwicklung einher gehenden Erhöhung des Feststofftransportvermögens stand eine nachlassende Geschiebezufuhr gegenüber, was den unnatürlich rasch fortschreitenden Eintiefungsprozess überall dort noch weiter beschleunigte, wo die Sohle nicht durch „Selbstheilung“ mittels Ausbildung einer groben Deckschicht oder durch das Anstehen solider Strukturen tertiären Ursprungs davor weitgehend geschützt war. So hat sich z.B. am Pegel Puppling der mittlere Wasserstand zwischen 1900 und 1990 um rund 2,5 m abgesenkt. Maßgeblich verantwortlich für das Geschiebedefizit in der Isar unterhalb von Bad Tölz sind der Sylvensteinspeicher (Inbetriebnahme 1959) sowie der Tölzer Stausee (1961), in welchen das natürlich bewegte Geschiebe nahezu vollständig zurückgehalten wird. Um nicht auch noch die letzten verbliebenen mehrfach verzweigten Umlagerungsstrecken (Ascholdinger Au, Pupplinger Au) zu verlieren und einer weiteren Sohlintiefung und der damit verbundenen Gefahr eines „Sohldurchschlags“ zu begegnen, wurde beginnend in den 1980er Jahren von Seiten der Wasserwirtschaft ein Maßnahmenkatalog zur Erhöhung der Geschiebefracht entwickelt und seither - zumindest in Teilen – unter fortlaufender Optimierung auch umgesetzt. Der Maßnahmenkatalog fand auch Eingang in das im Entwurf vorliegende „Gewässerentwicklungskonzept Isar (Stand 2011)“. Von zentraler Bedeutung sind hier u.a. die seit 1991 bei Hochwasserabfluss regelmäßig durchgeführten Stauraumpülungen am Kraftwerk Bad Tölz. Geschiebeablagerungen im Stauwurzelbereich, die sich mittels dieser Spülungen nicht ausreichend mobilisieren lassen, das Abflussprofil jedoch zu stark einengen, werden dem Flusssystem seit 2001 nicht mehr entzogen und anschließend vermarktet, sondern maschinell in das Unterwasser des Kraftwerks umgesetzt.

Nach Ansicht des Fischereiberechtigten, dem Bezirksfischereiverein Bad Tölz e.V., führten die in diesem Zusammenhang bislang ergriffenen Maßnahmen in der Isar vom Kraftwerk Bad Tölz flussabwärts insgesamt aber nicht zu einer erhofften ökologischen Aufwertung, sondern viel mehr zu einer weiteren Verschlechterung der Verhältnisse, was sich in der Folge auch negativ auf die Fischerei niedergeschlagen hätte. Wenngleich die Notwendigkeit einer Geschiebewardirtschaftung an der Isar vom Grundsatz her anerkannt wurde, gab es von Seiten des Fischereiberechtigten sowie der Fachberatung für Fischerei des Bezirks Oberbayern doch wiederholt erhebliche Kritik an der Art der Umsetzung.

Vor allem wurde bemängelt, dass die Körnung des meist schlagartig in riesigen Mengen ins Unterwasser der Stufe gelangenden bzw. verbrachten Geschiebes insgesamt wesentlich zu feinkörnig und der Gehalt an Feinanteilen (Sand und Schlamm), welche die Verstopfung des Kieslückenraums bewirken, wesentlich zu hoch wäre. In der seit Jahren praktizierten Form wäre es in der Isar so zu einer gewaltigen Überfrachtung mit Sand und Feinkiesen gekommen, während die zur isartypischen Strukturbildung notwendigen groben faust- und kinderkopfgroßen Kieselsteine zunehmend fehlten. In der Folge wären inzwischen wertvolle Kieslaichplätze sowie Fischstandplätzen durch Kolmation bzw. Kolkverfüllung verloren gegangen. Auch die wenigen verbliebenen Nebenarme wären hierdurch inzwischen weitgehend verstopft worden. Von einer

allgemeinen Verarmung der Gewässersohle („monotone Kies-Autobahn“) ist die Rede. Als Verbesserungsmaßnahme wurde vorgeschlagen, zwei Drittel des jährlich anfallenden Geschiebes zu vermarkten und im Gegenzug nur die Grobanteile, die in der Kiesgrube bei der Aufbereitung anfallen, in die Isar zurück zu verbringen.

Um diesen Aspekten nachzugehen hat der Landesfischereiverband Bayern e.V. vorliegende Studie in Auftrag gegeben, auf deren Grundlage sich der bisher praktizierte Modus der Geschiebeweitergaben aus fischökologischer Sicht fachlich bewerten lässt. Sofern erforderlich, sollten anhand der Ergebnisse im Dialog mit den beteiligten Behörden und den betroffenen Parteien Handlungsempfehlungen erarbeitet werden, deren Fokus auf die fischökologische Optimierung der Isar unterhalb der Stufe Bad Tölz gerichtet ist.



***Abbildung 2: Junghuchen in einem Nebenarm der Isar (Ascholdinger Au)***

### **3. FISCHÖKOLOGISCHER ZUSTAND DER ISAR UNTERHALB BAD TÖLZ UNTER DEM EINFLUSS DER GESCHIEBEWEITERGABE**

#### **3.1 Untersuchungsgebiet (UG)**

Das nähere Untersuchungsgebiet (UG), in welchem eine durchgängige Kartierung fischökologischer Schlüsselhabitate erfolgte, umfasst den Isarabschnitt zwischen dem Kraftwerk Bad Tölz (Fkm 199,02) und der Ortschaft Einöd (Fkm 188,2). Damit schließt es ein vom Kraftwerk Bad Tölz bis Fkm 190,0 reichendes Fischereirecht des Bezirksfischereivereins Bad Tölz e.V. zur Gänze ein. Darüber hinaus reicht es hinein in das unterstrom anschließende Fischereirecht des Bezirksfischerei-Vereins Wolfratshausen e.V.

Das weitere Untersuchungsgebiet, über welches vor allem Informationen zur heute vorliegenden Geschiebesituation und deren Management gesammelt wurden, umfasst die Isar und deren Zubringer von Krün flussabwärts bis Bad Tölz.

#### **3.2 Leitbild**

##### **3.2.1 Obere Isar**

Das ursprüngliche, vom Menschen unbeeinflusste Erscheinungsbild der bayerischen Isar entsprach speziell auch im näheren und weiteren UG demjenigen eines kalkalpinen Wildflusses. Das Abflussregime ist hier durch stark wechselnde Abflüsse gekennzeichnet. Die Fließgeschwindigkeit ist insgesamt als rasch strömend zu bezeichnen, wobei das Strömungsbild sehr differenziert ist, zumal auch schwach durchströmte sowie stehende Wasserkörper vorhanden sind. Im Winterhalbjahr liegen i. d. R. niedrige Abflüsse vor. Hochwasserabflüsse treten typischerweise im Frühsommer und Sommer auf. Innerhalb eines breiten Hochwasserbetts führen diese dann zur Umlagerung von Kiesbänken, den prägenden Elementen dieser Flusslandschaft. In einem wechselnd breiten Geländestreifen vorwiegend kiesigen Untergrundes alluvialer Herkunft bildet der Fluss in dynamischem Wechsel ein Flechtwerk von Abflussrinnen aus. Das Geschiebeband besteht vorwiegend aus Hauptdolomit sowie aus Plattenkalk und anderen Trias- und Jurakalken unter Beimischung von Sandstein und Silikatgestein aus der Faltenmolasse. Die gegen mechanische Beanspruchung weniger widerstandsfähigen Dolomite nehmen im Verlauf zugunsten des härteren Kalkgerölls ab. Nach jedem Hochwasserereignis treten teils riesige, frisch umgelagerte und entsprechend vegetationsarme Kiesflächen zu Tage, die an ihren Säumen überall dort von Auenstandorten unterschiedlicher Entwicklungsstadien begleitet werden, wo der Flusslauf nicht an erhöhte Geländekanten stößt.



**Abbildung 3: Leitbild: Pupplinger Au um 1960 (aus Kalckreuth, 1961: „Die Isar“)**

### 3.2.2 Untersuchungsgebiet

Speziell auch für das UG war eine Kette sogenannter Umlagerungsstrecken charakteristisch. Auflandungen und Abträge von vorwiegend kiesig-steinigem Material hielten sich hier unter dem Strich die Waage, weil sich ein dynamischer Gleichgewichtszustand zwischen der Schleppspannung der fließenden Welle und den Widerständen der beweglichen Sohle eingestellt hatte. Lokal begrenzt konnte es dabei aber dennoch durchaus zu gewaltigen Kiesaufschüttungen sowie zu erheblichen Flussbetteintiefungen kommen. Genauso vielfältig wie das Netzwerk aus großen, kleinen, permanent oder nur zeitweise durchflossenen Flussarmen sowie aus verlandenden und sich an anderer Stelle wieder neu bildenden Altwasserarmen waren die Breiten- und Tiefenverhältnisse in den benetzten Wasserflächen. Analog der unterschiedlich auf die Sohle einwirkenden Schleppspannungen sortierten sich dort auch die dominierenden Korngrößen ein und zwar sowohl im Quer- als auch im Längsprofil. Die Korngrößenverteilung blieb aber auch kleinräumig betrachtet insgesamt eher heterogen. Das Spektrum der beteiligten Korngrößen reichte von feinem Sand bis hin zu Blöcken, wobei Grob- und Mittelkies wohl am häufigsten vorkamen. Mit steigendem Abfluss geriet die Sohle erst nach und nach in Bewegung. Selbst bei mittleren Hochwasserabflüssen verblieben im Abflussquerschnitt aber stets auch Sohlbereiche, die nicht oder nur unbedeutend angegriffen wurden, so dass ausreichend viele wirbellose Sohlbewohner (Fischnährtiere) die „Katastrophe“ im stabil gebliebenen Kieslückenraum überstehen konnten um die frisch umgelagerten, anschließend meist aber über viele Monate unbewegten Sohlbereiche rasch wiederbesiedeln zu können.

Eine wichtige Rolle hierbei und auch als Initiator für Flusslaufverlagerungen sowie als grober Strukturbildner über und unter der Wasseroberfläche spielte das von oberstrom oder mittels Seitenerosion eingetragene Totholz, welches im Flussbett in Form kleiner „Geniste“, einzelner Bäume bis hin zu großen, dicht gepackten Verklausungen vorlag. Mitunter dürfte der Fluss auch

schon vor dem anthropogen ausgelösten Eintiefungsprozess Felsriegel der Faltenmolasse (Ursprung: Tertiär), sowie grobe Steinblöcke, die aus glazialen bzw. postglazialen Ablagerungen (Moränenschutt) stammen, freigelegt haben. Solche weitgehend lagestabilen Grobstrukturen trugen zu einer Erhöhung der Tiefenvarianz und dabei speziell auch zur Ausbildung von „Übertiefen“ bei.

Sohl-, Ufer- und Auedynamik führten zu einem eng verzahnten Mosaik aus unterschiedlichsten Lebensräumen.

### 3.2.3 Referenz-Fischzönose

Gemäß OGewV zählt das UG zum Fischgewässertyp „Sedimentgeprägtes Gewässer des Hyporithrals“ und gehört somit der „Äschenregion“ an. Die dem Leitbild zugeordnete Referenz-Fischzönose, wie sie für den Isarabschnitt zwischen Reißbachstollen und Loisachmündung angenommen wird, ist in Tabelle 1 (mit entsprechender Gildenzugehörigkeit) zusammengestellt.

**Tabelle 1: Referenz-Fischzönose im UG (Quelle: M. Schubert, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Fischerei) und deren Gildenzugehörigkeit.**

Fischart	Relative Häufigkeit [%]	Bedeutung	Gilde				
			Habitat	Reproduktion	Trophie	Temperatur	Migration (Typ/Distanz)
Äsche	25,9	typspezifische Leitart	rheophil	lithophil	invertivor	oligo-stenotherm	potamodrom/kurz
Bachforelle	20,0	typspezifische Leitart	rheophil	lithophil	inverti-piscivor	oligo-stenotherm	potamodrom/kurz
Mühlkoppe	20,0	typspezifische Leitart	rheophil	speleophil	invertivor	oligo-stenotherm	potamodrom/kurz
Elritze	9,0	typspezifische Leitart	rheophil	lithophil	invertivor	oligo-stenotherm	potamodrom/kurz
Aitel	5,0	typspezifische Leitart	rheophil	lithophil	omnivor	meso-eurytherm	potamodrom/kurz
Schmerle	5,0	typspezifische Leitart	rheophil	psammophil	invertivor	meso-eurytherm	potamodrom/kurz
Schneider	5,0	typspezifische Leitart	rheophil	lithophil	invertivor	meso-eurytherm	potamodrom/kurz
Hasel	3,0	typspezifische Art	rheophil	lithophil	omnivor	meso-eurytherm	potamodrom/kurz
Huchen	2,0	typspezifische Art	rheophil	lithophil	piscivor	oligo-stenotherm	potamodrom/mittel
Barbe	2,0	typspezifische Art	rheophil	lithophil	invertivor	meso-eurytherm	potamodrom/mittel
Nase	2,0	typspezifische Art	rheophil	lithophil	herbivor	meso-eurytherm	potamodrom/mittel
Strömer	1,0	typspezifische Art	rheophil	lithophil	invertivor	oligo-stenotherm	potamodrom/kurz
Rutte	0,1	Begleitart	rheophil	litho-pelagophil	inverti-piscivor	oligo-stenotherm	potamodrom/mittel

Es wird ersichtlich, dass das dem Leitbild zugehörige Artenspektrum insgesamt sehr gut angepasst ist an ein dynamisches Gewässer mit kiesiger, rasch überströmter Gewässersohle, auf der anderen Seite dabei aber auch eine mehr oder weniger starke Abhängigkeit von bestimmten Gewässerstrukturen entstanden ist. Etwa die Hälfte zählt zu den obligatorischen Kaltwasserfischarten (oligo-stenotherm). Diese Arten benötigen in ihrem gesamten Lebenszyklus relativ kalte Temperaturen. Im Unterschied dazu variieren die Temperaturansprüche und Toleranzen bei den meso-eurythermen Arten je nach Lebensstadium und Jahreszeit beträchtlich.

Da das UG im unteren Drittel des recht langen Isar-Bezugsabschnitts liegt, dürften die oligo-stenothermen Arten Bachforelle, Äsche und Mühlkoppe hier ursprünglich wohl schon einen geringeren, die meso-eurythermen Arten Barbe, Nase, Aitel, Hasel und Schmerle hingegen einen entsprechend höheren Anteil am Gesamtfischbestand eingenommen haben, als in der Tabelle angegeben, die ja den Durchschnittswert aus dem gesamten Bezugsgebiets ausweist. Auch dürften hier in den nicht durchströmten Flussarmen vereinzelt bereits auch die Fischarten Hecht und Flussbarsch zum natürlichen Arteninventar gezählt haben.

### **3.3 IST-Zustand**

#### **3.3.1 Obere Isar**

Obschon der Flusslauf der Isar zwischen der Landesgrenze und der Loisachmündung sowie darüber hinaus heute im Vergleich zu anderen Voralpenflüssen immer noch recht gut „dasteht“ und nicht zuletzt deshalb einen hohen Schutzstatus genießt (z.B. FFH-Gebiet/Naturschutzgebiet), hat sich sein Erscheinungsbild doch erheblich gewandelt.

Die innerhalb den letzten rund 200 Jahre erfolgten Eingriffe in das Flusssystem waren vielfältig. Der Flusslauf wurde streckenweise korrigiert, in einer Hauptrinne zusammengefasst und die Ufer des Mittelwasserbetts mittels Steinwurf befestigt. Es entstanden Eindeichungen des Hochwasserbetts. Zur Sohlstützung aber auch zum Zwecke der Wasserausleitung wurden Querbauwerke errichtet. Auch die Zubringer wurden verbaut. Es wurden Geschiebesperren und schließlich auch Stauhaltungen gebaut. Das anfallende Geschiebe wird dem System entnommen oder sammelt sich seither in den Stauräumen. Das hat den natürlichen Nachschub an Geschiebe stark vermindert oder ganz zum Erliegen gebracht. Ähnliches trifft zu auf die in der fließenden Welle transportierten Schwebstoffe, die von den Stauräumen zum überwiegenden Teil zurückgehalten werden. Aber auch der natürliche Eintrag und Weitertransport von Totholz und anderem organischen Material (z.B. Blätter) wird dadurch stark vermindert. Von zentraler Bedeutung ist hier der Sylvensteinspeicher, dessen Hauptaufgabe der Hochwasserschutz ist. Durch ihn werden Hochwasserspitzen gezielt gekappt. Auf der anderen Seite werden mit seiner Hilfe aber auch Niedrigwasserabflüsse aufgehört. Die Abflusssteuerung erfolgt so, dass am KW Bad Tölz im Sommerhalbjahr möglichst ein Mindestabfluss von 20m<sup>3</sup>/s, im Winterhalbjahr von 10m<sup>3</sup>/s eingehalten wird. Insgesamt bewirkt der Speicher in der anschließenden Isar somit eine Vergleichmäßigung des Abflusses und damit eine Entdynamisierung. Die künstliche Aufhöhung der Niedrigwasserabflüsse erfolgt vor allem deshalb, weil dem Einzugsgebiet der Isar zwischen Landesgrenze und Jachenmündung zu Gunsten der Wasserkraftnutzung je nach natürlichem Wasserdargebot bis zu mehr als 70 m<sup>3</sup>/s des Zustromes entzogen werden dürfen. Bei üblichen Abflusssituationen (zwischen MNQ und MQ) bringt dies in der Isar auf Höhe Bad Tölz etwa eine Halbierung der ursprünglichen Abflussmenge mit sich, was die Flussdynamik zusätzlich herabsetzt. Nicht zu vernachlässigen als Einflussfaktoren auf das heutige Erscheinungsbild der Isar sind aber auch die fortlaufend ausgeführten Gewässerunterhaltungsmaßnahmen sowie die Auswirkungen der in ihrer Intensität weiter zunehmende Freizeitnutzung.

Im Zusammenspiel haben diese Einflussfaktoren folgende grundlegenden Auswirkungen auf den Feststoffhaushalt und damit auf die Morphologie des Flusses:

Trotz der Minderung sowie der Vergleichmäßigung des Abflusses übertraf die Transportkraft der Isar weiterhin die Widerstände der Sohle. Weil die zur Neubildung von Flussverzweigungen notwendige Geschiebeumlagerung aufgrund der verminderten Geschiebezufuhr unterbunden wurde, begann sich die Isar einzutiefen mit der Tendenz sich allmählich in ein einziges, eher gestrecktes und in seinem Verlauf weitgehend festgelegtes Hauptgerinne zurückzuziehen. Die Streckung der Linienführung erhöhte wiederum das Sohlgefälle und damit die Schleppkraft, was den Eintiefungsprozess noch weiter beschleunigte.



**Abbildung 4: Einöd um 1960  
(aus Kalckreuth 1961)**



**Abbildung 5: Einöd, selbe Blickrichtung 2014  
(Fkm 188,53)**

Weil das durch Seitenerosion verfügbar werdende Umlagerungsmaterial der Menge nach oft nicht ausreichte und insgesamt auch nicht grob genug war um die Sohle letztlich mittels Ausbildung einer stabilen Deckschicht zu stabilisieren, grub sich der Fluss zunächst durch das von ihm hier vormals noch selbst abgelagerte Geschiebe bis er darunter auf eiszeitliches Verfüllungsmaterial (Geschiebemergel) traf. Dieser Moränenschutt ist meist sehr heterogen zusammengesetzt, wird lageabhängig aber durchaus von unterschiedlichen Korngrößen dominiert. Dort, wo sich nach Rückschmelzen der Gletscher einst Seen gebildet hatten (z.B. Tölzer See, Wolfratshausener See) stieß die Isar mitunter auf „Linsen“ des leicht erodierbaren Seetons. An anderer Stelle liegen vorwiegend grobe Komponenten vor, wie Steine, Blöcke und harte Konglomerate, welche eine weitere Flusseintiefung abzubremsen vermochten. Schließlich berührte die Isar vermehrt auch tertiäre Gesteinsformationen (Molasse). Typisch ist hier der sog. Flinz, der aus sandigen bis tonigen Sedimenten der Oberen Süßwassermolasse besteht. Je nach Härtegrad des anstehenden Tertiärs verlangsamte sich der Prozess oder die Eintiefung kam lokal sogar ganz zum Stillstand. Die Gefahr eines fortschreitenden „Sohldurchschlags“ blieb an den vielen weniger gut geschützten Abschnitten jedoch weiter bestehen. Abgesehen von wenigen Ausnahmen, hat die Isar überall dort, wo sie weiterhin frei fließen durfte, ihre Mehrarmigkeit eingebüßt, was einerseits zu einer „Rhithralisierung“, andererseits zu einer Verarmung an Gewässerbettstrukturen und damit generell zur Abnahme der Lebensraumvielfalt geführt hat. Der Anteil der frei beweglichen Sohle ist massiv zurückgegangen zugunsten einer weitgehend unbeweglichen und oftmals sehr lückenarmen Sohloberfläche. Zunehmend typisch wurde eine vorwiegend steinige Deckschicht, deren Lückenraum kolmatiert ist. Abschnittsweise bildeten sich zudem vermehrt mächtige Ansammlungen grober Steine und Blöcke heraus, die im Zuge der Eintiefung freigelegt, aber nicht abtransportiert wurden. Auch traten teils flächig relativ strukturarme, oft recht glattgeschliffene Kieskonglomerate, Seetonschichten, Flinzformationen etc. zum Vorschein.

Auf den flussbegleitenden Kiesbänken machte sich zunächst die Weiden-Tamariskenflur breit. Mit zunehmender Verfestigung sowie infolge einer Grundwasserabsenkung wurde die lebensraumtypische Begleitvegetation dann von anderen Fluren abgelöst, was vielfach in einer standortuntypischen Bewaldung endete. Systemtypische Pionierarten fanden hingegen keinen geeigneten Lebensraum mehr.

Insgesamt „vergreiste“ das Fluss-Aue-System mangels Geschiebedynamik also zunehmend.

### **3.3.2 Untersuchungsgebiet**

Auch das UG genießt einen hohen Schutzstatus. Es liegt vollumfänglich im FFH-Gebiet Nr. 34-37180 „Oberes Isartal“ und von Fkm 196,6 abwärts auch im Naturschutzgebiet „Isarauen zwischen Schäftlarn und Bad Tölz“.

Eindeichungen sind der Isar im UG bis heute weitgehend erspart geblieben. Der ursprüngliche, bis zu mehrere hundert Meter breite Hochwasserabflussraum ist größtenteils noch vorhanden, wenngleich die land- und forstwirtschaftliche Nutzung teils recht nah an das Gewässer herangerückt ist. Grundsätzlich steht dem Fluss dort also noch ein vergleichsweise breiter Entwicklungskorridor zur Verfügung. Bemerkenswert ist zudem, dass sich im UG über der Sohle kein einziges künstliches Querbauwerk findet. Sohlstabilisierend haben sich hier zweifellos querstehende Felsriegel der Faltenmolasse ausgewirkt, wie man sie z.B. bei Fkm 194,28 und 193,65 findet. Überall dort, wo die Prallufer des Mittelwasserbetts nicht entlang hartgründiger Geländekanten verlaufen, wurden diese ausnahmslos künstlich befestigt, aber auch weniger stark exponierte Uferpartien weisen zum Teil Längsverbauungen auf. Ein Teil dieser vielfach bereits vor 1934 fertiggestellten Verbauungen sind inzwischen mehr oder weniger stark in Auflösung begriffen, ein anderer Teil wurde von Flusssedimenten sekundär überlagert.

Einen maßgeblichen Einfluss auf den Feststoffhaushalt der Isar im UG haben der 1959 fertiggestellte Sylvensteinspeicher sowie das zwei Jahre danach in Betrieb genommene Kraftwerk Bad Tölz mit seinem Stauraum, an dessen Unterwasser das UG direkt anschließt. Von da an bis zur allerersten Stauraumpülung im Jahre 1991 waren die von oberstrom erfolgende Geschiebezufuhr sowie der Totholzeintrag komplett unterbunden. Die unbeeinflusste natürliche Geschiebefracht der Isar in Höhe Bad Tölz wird im Mittel auf rund 100.000m<sup>3</sup>/a geschätzt. Diese Geschiebefracht fehlte der Isar im UG seither also über eine Zeitspanne von 30 Jahren zur Gänze und es konnte auch kein nennenswerter Eintrag aus den Zubringern erfolgen, zumal sich darunter kein wirklich bedeutender Geschiebelieferant befindet. Selbst die Geschiebeversorgung sowie der Totholzeintrag via Seitenerosion waren wegen der verbauten Prallufer stark eingeschränkt. Auch die natürliche Schwebstofffracht ist im UG massiv zurückgegangen, wenn auch nicht, wie beim Geschiebe, völlig zum Erliegen gekommen. Man hat berechnet, dass von den auf Höhe Sylvensteinspeicher jährlich anfallenden Schwebstoffen mindestens 70% im Speicher verbleiben. Man geht davon aus, dass von ursprünglich weit über 100.000 m<sup>3</sup>/a Schwebstoffen heute im Mittel nur noch rund 65.000 m<sup>3</sup>/a von oberstrom in das UG eingetragen werden.

Als direkte Folge setzte unterhalb des KW Bad Tölz eine teils heftige Tiefenerosion ein. Im Abschnitt bis etwa Fkm 193, wo natürliche Molasseriegel wiederholt die Sohle stützen, hielt sich die mittlere Eintiefung noch halbwegs in Grenzen. Dennoch kam es auch hier stellenweise zu deutlichen Sohlauszehrungen. Die Sohle wurde dabei immer grobkörniger und zudem unbeweglicher. Zurück blieben letztlich vorwiegend die schwer beweglichen Komponenten, wie Steine und Blöcke, mit deren Hilfe sich schließlich eine recht lagestabile Sohldeckschicht ausbilden konnte.



**Abbildung 6: Molasseriegel (Fkm 193,65)**



**Abbildung 7: Sohldeckschicht (Fkm 195,4 re)**

Für das UG charakteristisch war hier vielfach auch eine besondere Form der „Sohlpanzerung“, bei welcher trotz fortschreitender Kolmation zumindest oberflächennah weiterhin grobe Lückenraumstrukturen erhalten geblieben sind. Dass diese für eine Sohlpflasterung eher ungewöhnlich gute Ausprägung des Restlückenraums möglicherweise auch Folge der künstlich herabgesetzten Schwebstofffracht ist, ist durchaus wahrscheinlich. Solche groben, relativ lückenreichen Sohlstrukturen finden sich vereinzelt auch heute noch, gut 20 Jahre nach Beginn der Geschiebeweitergaben. Solche eigentlich unnatürlichen Sohlverhältnisse werden von Kopen und Forellen sehr gut als Lebensraum angenommen.



**Abbildung 8: Heterogene, lückenreiche Sohlpanzerung bei Fkm 195,7 links**



**Abbildung 9: Heterogene, lückenreiche Sohlpanzerung bei Fkm 198,0 rechts**

Dank einer gewissen Seitenerosion gab es im Flussverlauf zwar weiterhin auch frisch umgelagerte, kiesige Sohlbereiche, deren Flächen aber immer weiter zusammenschumpften. Besonders dort, wo grobe Störstrukturen, wie z.B. Felsblöcke zu Tage traten, konnten sich teils sehr tiefe Kolke bilden aber speziell auch entlang verbauter Prallufer entstanden unnatürlich tiefe Kolkinnen mit sehr groben Sohlstrukturen. Insgesamt entwickelte sich trotz des fehlenden Totholzeintrags ein unnatürlich heterogenes, teils sogar zerklüftetes Sohlrelief und das speziell auch in den regulierten Flussabschnitten, zumal die dort künstlich erhöhte Schleppkraft besonders heftig an den erosionsanfälligen Sohlsubstraten (z.B. Seeton) zehren konnte.

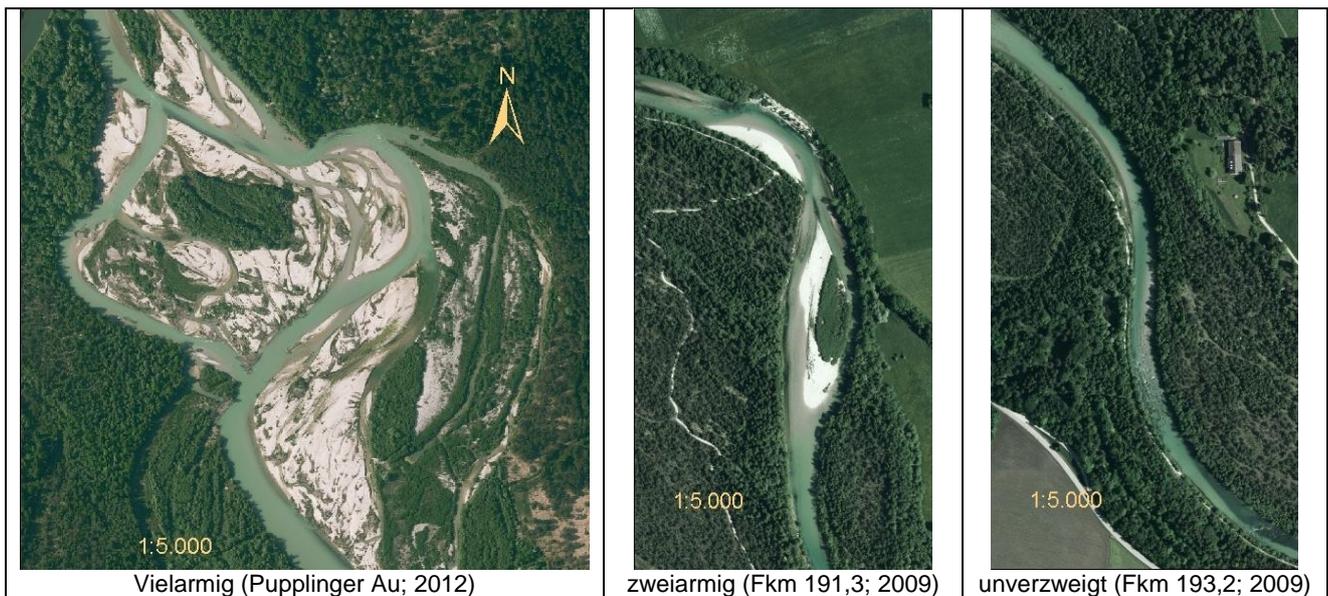


**Abbildung 10: Tiefe Kolkrinne (Fkm 188,9)**



**Abbildung 11: Zerklüftetes Sohlrelief  
(Fkm 188,9)**

Die Verwandlung eines mehrfach verzweigten Flusssystem (Furkationstyp) über einen gewundenen Verlauf hin zu einem pendelnd-gestreckten, nicht verzweigten Flusslauf ist im UG bereits sehr weit fortgeschritten. In Luftbildern aus unterschiedlichen Jahre lässt sich anhand der jeweiligen Vegetationsausprägung recht gut ablesen, wo vermutlich noch vor 50 Jahren dynamisch sich verändernde Verzweigungsabschnitte vorhanden gewesen sein könnten, die zwischenzeitlich zumindest teilweise oder ganz verloren gegangen sind. Grob überschlagen dürfte damals weit mehr als die Hälfte der Isar aus Abschnitten mit einfach bis mehrfach verzweigtem Lauf bestanden haben. Heute hingegen findet sich im UG nicht eine einzige Mehrfachverzweigung mehr. Und es gibt lediglich noch 6 einfach verzweigte Abschnitte, in welchen der Nebenarm auch bei sommerlichem Niedrigabfluss noch Wasser führt. Und nur 5 dieser Nebenarme bleiben auch im Winter wenigstens leicht durchströmt. An der Gesamtlänge im UG nehmen die einfach verzweigten Abschnitte heute einen Anteil von lediglich 9% ein.



**Abbildung 12: Veränderung der Laufentwicklung**

Bemerkenswert ist, dass sich die oben in der Mitte abgebildete Verzweigung von selbst wieder ausgebildet hatte, nachdem Ende der 1980er Jahre dort zwischen Fkm 191,5 und 191,3 die linke Uferversteinung entfernt worden war (Herr Gröbl, WWA Weilheim, mündl. Mitteilung).

Später gestartete Versuche, einen trocken gefallen Nebenarm (Fkm 197,0 li) und ein verlandetes Altwasser (Fkm 194,0 li) durch maschinelle Vertiefung zu reaktivieren, brachten hingegen nur kurzfristigen Erfolg. In beiden Fällen führte die dort weiter fortschreitende Sohleintiefung der Isar in Kombination mit hochwasserbedingten (Fein-)Sedimentablagerungen dazu, dass die Sohllagen der Anbindungsstellen bei sommerlichem Niedrigabfluss inzwischen jeweils rund 1 Meter über dem Isar-Wasserspiegel liegen und die neu gestalteten Wasserkörper wieder ganz trockenfallen.



**Abbildung 13: Anbindungsstelle Nebenarm  
(Fkm 197,0)**



**Abbildung 14: „Opferstrecke“  
(Fkm 199,0 bis 198,2; 6.11.13)**

Die fortschreitende Isareintiefung konnte auch durch das seit 1991 in die Tat umgesetzte Konzept einer Geschiebeweitergabe nur bedingt aufgehalten werden. Bis einschließlich Juli 2015 wurden am Kraftwerk Bad Tölz jeweils bei hohen Abflüssen insgesamt 20 Staulegungen bzw. Stauabsenkungen vorgenommen mit dem Ziel, dass das in der Stauwurzel angesammelte Geschiebe dadurch soweit wie möglich von alleine in das Unterwasser gelangt. Auch Totholz konnte auf diese Weise wieder die Stauhaltung passieren. Geschiebe, welches sich auf diesem Wege jedoch nicht ausreichend weiter transportieren lässt um einen ausreichenden Hochwasserabfluss zu gewährleisten, wird weiterhin maschinell aus der Stauwurzel entnommen, allerdings erst seit 2001 vollumfänglich wieder im Unterwasser eingebracht. Die praktische Durchführung dieses Geschiebekonzeptes war auf einer Länge von 800m wiederholt mit massiven maschinellen Eingriffen in die Gewässersohle des an das Kraftwerk anschließenden Flusslaufs verbunden. Dabei wurden wiederholt bis zu 50.000m<sup>3</sup> Isargeschiebe entlang des linken Ufers dieser sogenannten „Opferstrecke“ wallartig angehäuft um von dort aus bei Hochwasser weitergetragen werden zu können ohne sich derweil störend auf den Betrieb des Kraftwerks, der Kläranlage bzw. der Fischwanderhilfe auszuwirken (Abb. 14: Blick von Fkm 198,2 flussaufwärts). Als Ausgleich für diese Eingriffe, wurde die „Opferstrecke“ teils mit groben Störsteinen, teils mit Wurzelstöcken, teils auch mit einem mittels Kiesdamm abgetrennten, stehenden Wasserkörper strukturiert. Auch wurde unten anschließend bei Fkm 198,1 ein verlandeter Nebenarm künstlich reaktiviert.



**Abbildung 15: Störsteine (Fkm 198,2)**



**Abbildung 16: Wurzelstöcke (Fkm 198,4)**



**Abbildung 17: Stillwasserbereich  
(Fkm 198,6 li)**



**Abbildung 18: Reaktivierter Nebenarm  
(Fkm 198,0 li)**

Grob geschätzt, gelangten seit 1991 pro Jahr im Schnitt (allerdings sehr unregelmäßig) nun wieder rund 20.000m<sup>3</sup> Geschiebe in das Unterwasser des Tölzer Stausees, von wo es durch die frei fließende Isar dann nach stromab verlagert wurde. Durch das kiesige, insgesamt jedoch nicht besonders grobkörnige Substrat wurden in der anschließenden Isar inzwischen vielfach die Höhenlage, das Querprofil und die mittlere Körnung der Sohle deutlich verändert. Im UG finden sich seither durchaus wieder Abschnitte mit erfolgter Sohlanhebung. Entsprechend dominieren dort vorwiegend die kiesigen und locker gelagerten Sohlsubstrate. Andere Abschnitte blieben davon jedoch unberührt und haben sich teils sogar noch weiter eingetieft. Hier ist die Sohloberfläche entsprechend grobkörnig geblieben. Eine Auswertung der zwischen 1984 und 2011 vom WWA Weilheim wiederholt aufgenommen Querprofile ergibt, dass der Eintiefungsprozess im UG und insbesondere auch im weiteren Verlauf der Isar trotz der seit 1991 erfolgten Geschiebezufuhr zumindest bis 2011 (rote Linie), wenn auch nur leicht, insgesamt immer noch weiter voran geschritten ist (wenn man einmal von den besonderen Gegebenheiten in der „Opferstrecke“ absieht).

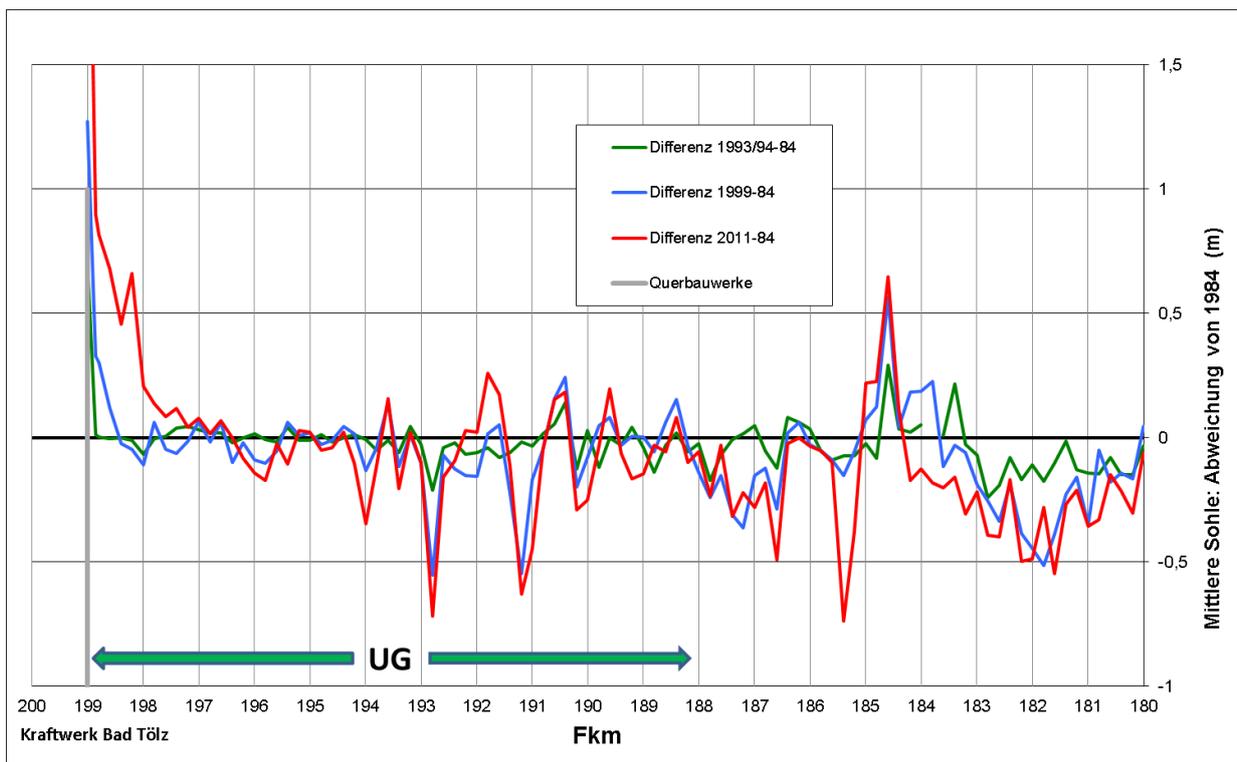


**Abbildung 19: Sohlanhebung (Fkm 188,3)**



**Abbildung 20: fortschreitende Sohleintiefung (Fkm 194,0)**

Aus Abb. 21 wird ersichtlich, dass speziell das gewaltige Pfingsthochwasser 1999 zu maßgeblichen Lageveränderungen der Sohle in beide Richtungen (Abtrag/Auftrag) geführt hat (Blaue Linie). Offensichtlich hat die prinzipiell recht stabile Sohlschicht damals in Teilbereichen diesen außergewöhnlich hohen Abflussbelastungen nicht mehr standhalten können.



**Abbildung 21: Lageveränderung der Mittleren Sohle seit 1984 (Datenquelle: WWA Weilheim/LFU)**

Unter dem Strich hat sich der Anteil einer beweglichen, kiesigen Sohle inzwischen wieder deutlich erhöht. In einigen Bereichen ist als Sohloberfläche auch eine grobe Deckschicht erhalten geblieben und dies bislang oft sogar in weitgehend unveränderter Ausprägung. Einige Teilabschnitte präsentieren sich heute gegenüber dem „geschiebearmen“ Vorzustand jedoch

wesentlich monotoner, da vormals vorhandene Erosionsflächen und die daraus entstandenen Übertiefen vom nunmehr wieder zugeführten Kies verfüllt wurden und sich daraufhin vorzugsweise in verbauten und gestreckten Isarabschnitten nun Passagen mit einheitlicher Tiefe, einheitlichem Strömungsbild (Trapezquerschnitt) und entsprechend homogener Sohlkörnung ausgebildet haben.

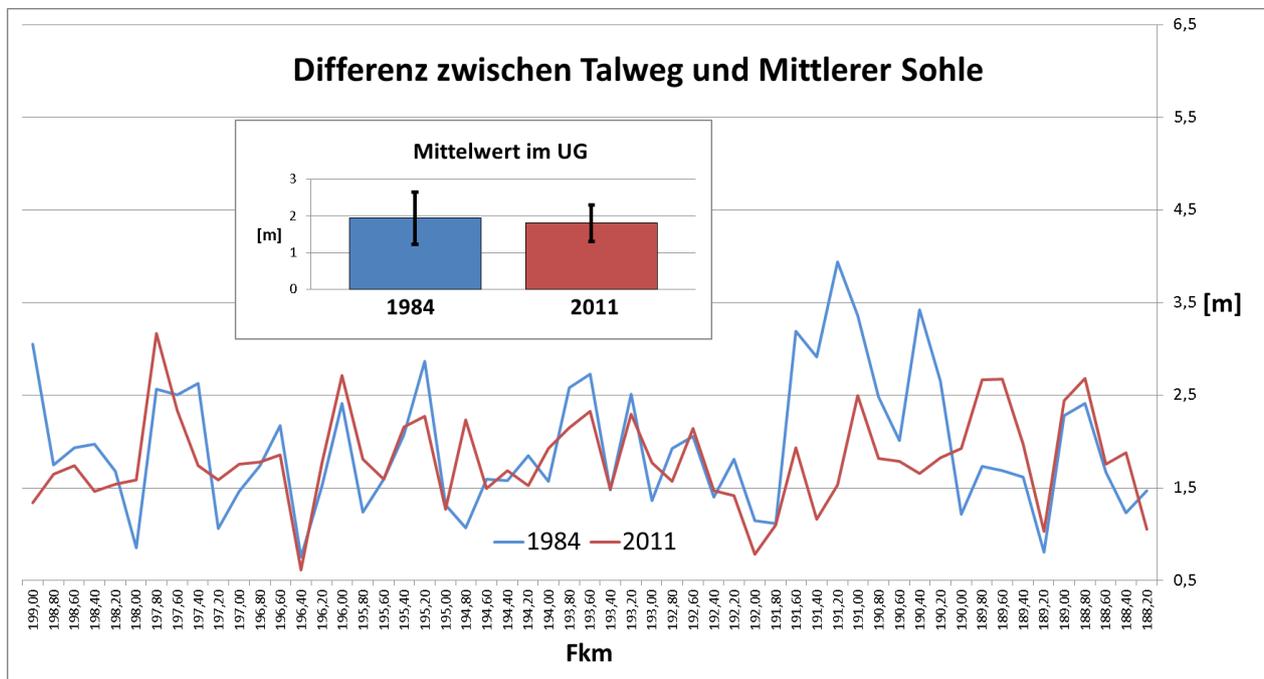


**Abbildung 22: Erosionssohle mit Verfüllung  
(Fkm 192,1 re)**



**Abbildung 23: Monotones Querprofil (Fkm  
192,2)**

Als Maß für den Verfüllungs- bzw. Monotonisierungsgrad der Sohle kann die Differenz zwischen der Talweglage und derjenigen der Mittleren Sohle herangezogen werden



**Abbildung 24: Höhendifferenz zwischen Talweg und Mittlerer Sohle (Datenquelle: WWA Weilheim/LfU)**

Abbildung 24 zeigt, dass diese im Jahr 1984 (vor Beginn der Geschiebeweitergabe) im Schnitt durchaus noch etwas größer war und auch stärker fluktuierte (siehe Standardabweichungen der Mittelwerte) als im Jahre 2011, ca. 20 Jahre nach Beginn der Geschiebeweitergabe.

### **3.3.3 Allgemeine Veränderungen im Fischbestand und dessen fischereilicher Nutzung in der Oberen Isar**

Erfreulicherweise ist das dem Leitbild des Isarabschnitts zwischen Reißbachstollen und Loisachmündung zugeordnete Fischartenspektrum auch heute noch nahezu vollständig vorhanden, leider jedoch meist mit deutlichen Abweichungen in der Abundanz sowie mit teils erheblichen Defiziten in der Altersstruktur. Die einzige Art, die gänzlich fehlt, ist der Strömer (FFH-Anhang II-Art). Bis auf wenige Ausnahmen ist der Strömer aber generell schon seit vielen Jahrzehnten aus den bayerischen Flüssen des Donaeinzugsgebietes verschwunden, so auch aus der gesamten Isar.

Heute findet man in der Oberen Isar hingegen zusätzlich die Arten Hecht, Flussbarsch, Rotauge, Brachse, Laube, Stichling, Regenbogenforelle, Bachsaibling, Karpfen, Aal und gelegentlich sogar Renke, Zander sowie Blaubandbärbling. Hecht, Flussbarsch und vermutlich auch Rotauge dürften etwa ab Höhe Bad Tölz bis hinab zur Loisachmündung als seltene Begleitarten bereits zum natürlichen Arteninventar gehört haben, zumal ihnen in den dort ursprünglich weitaus zahlreicher als heute vorhandenen Altwasserarmen der Isar adäquate Lebensräume zur Verfügung gestanden hatten. Alle weiteren genannten Arten gehen entweder auf Besatzmaßnahmen zurück, entstammen der im Sylvensteinspeicher inzwischen etablierten, seenspezifischen Fischzönose oder sind aus Teichen bzw. Fischzuchten entkommen, welche in die Isar entwässern.

#### **Entwicklung der Bestände**

Kennzeichnend für die Obere Isar ist der dramatische Bestandsrückgang der einstigen Leitfischart Äsche, der ca. Mitte der 1980er Jahre einsetzte und etwa zeitgleich an allen anderen bayerischen Voralpenflüssen vorstättenging. Dies lässt sich sehr gut auch an den Fangzahlen ablesen. Seither lassen sich in den Äschenregionen der meisten Voralpenflüsse allenfalls noch 2 bis 5% der bis Mitte der 1980er Jahre getätigten Äschenfänge erzielen, so auch in der Isar. Ähnlich dramatisch bergab ist es mit der Nase gegangen. Adulte Exemplare dieser Fischart, die auch in der Oberen Isar bis vor 30 Jahren teils noch recht häufig anzutreffen war, findet man heute nur noch vereinzelt und ein Nachweis von Exemplaren der unteren Jahrgangsstufen, die aus natürlicher Reproduktion stammen, gelingt kaum noch. Schließlich sind auch die Bestände der Barbe sowie anderer Weißfischarten, wie Aitel, Hasel und Schneider deutlich zurückgegangen, wenn auch teils nicht ganz so dramatisch wie bei Äsche und Nase. Selbst die Bachforelle ist bei weitem nicht mehr so häufig vertreten wie früher. Eine sehr hohe Bedeutung hat die Obere Isar für den Huchen. Diese ausschließlich im Donaueinzugsgebiet heimische Fischart ist aus weiten Teilen ihres ursprünglichen Verbreitungsgebietes bereits ganz verschwunden oder lässt sich dort nur noch durch Besatz erhalten. Nach Expertenmeinung ist die aus dem Jahr 2003 stammende Gefährdungseinstufung für Bayern heute nicht mehr zutreffend und bei der nächsten Überarbeitung der Roten Liste in „stark gefährdet“ umzustufen. Der Huchen ist darüber hinaus im Europäischen Biotopnetz NATURA 2000 in den Anhängen II und V der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFHRL) gelistet und besitzt somit internationalen Schutzstatus. In Deutschland fällt der Erhaltungszustand des Huchens gemäß FFH-RL in die Kategorie „ungünstig“ und wird darin zudem als „schlecht“ eingestuft. Von den wenigen innerhalb Bayerns verbliebenen selbsterhaltenden Huchen-Populationen lebt derzeit die weitaus größte in der Isar zwischen Bad Tölz und München. Das UG deckt etwa 20% dieses sehr bedeutenden, zusammenhängenden Huchen-Lebensraumes ab. Zwar ist auch der Huchen, der sich von Fischen ernährt, in der Oberen Isar nicht mehr so häufig anzutreffen wie einstmals, als auch dessen Nahrung noch häufiger vorkam, doch kann man bei

ihm im Unterschied zu Äsche, Bachforelle, Nase und Barbe derzeit noch von einer stabilen Population mit halbwegs ausgewogener Altersstruktur sprechen.

Die Gründe für die Bestandsveränderungen sind vielfältig und das Wirkgefüge der Einflussfaktoren ist bei jeder Fischart wohl ein anderes. Man darf deshalb nicht den Fehler machen, sich auf monokausale Erklärungsansätze zu verlegen. Dies gilt sicherlich auch für den Einflussfaktor „Geschiebemanagement“, auch wenn sich die damit verbundenen Veränderungen im und am Gewässer teils parallel zum Niedergang der Fischbestände und der davon direkt abhängigen fischereilichen Qualität vollzogen haben.

### **Fischereiliche Nutzung**

Noch bis in die 1980er Jahre hinein wurde in der Oberen Isar neben den Salmonidenarten auch regelmäßig erfolgreich auf Nase, Barbe und Aitel gefischt. Heute beschränkt sich die Fischerei weitgehend auf die Salmonidenarten Huchen, Äsche, Bachforelle und Regenbogenforelle. Dabei hat die fischereiliche Bedeutung der ursprünglich aus Nordamerika stammenden Regenbogenforelle in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich zugenommen. Mit ihrer Hilfe konnten die Bestands- und Fangrückgänge bei Äsche (inzwischen mit sehr restriktiver Entnahmeregulierung) und Bachforelle zumindest teilweise kompensiert werden. Tatsächlich reproduziert sich die Regenbogenforelle in der Isar, aber kaum erfolgreich. Ein fischereilich nutzbarer Bestand muss deshalb regelmäßig durch Besatz ergänzt werden.

#### **3.3.4 Fischbestand im UG**

Eigene Erhebungen des Fischbestandes wurden auftragsgemäß nicht durchgeführt. Im Zuge der Kartierungen im Juni 2014 konnten jedoch gerade von den 0+-Jahrgängen, aber auch von größeren bzw. älteren Fischen zahlreiche Beobachtungen gemacht werden, welche das Bild vom derzeit im UG vorliegenden Fischbestand gut ergänzen. In sehr großen Häufigkeiten wurde im UG Brut der Fischarten Huchen ( $n > 5.000$ ) und Äsche ( $n > 10.000$ ) gesichtet.



**Abbildung 25: Huchenbrut in Jf-3 (Fkm 197,4)    Abbildung 26: Äschenbrut in Jf-14 (Fkm 193,2)**

Darüber hinaus ließen sich beim Huchen einige wenige Individuen zwischen 50cm und 120cm Länge sowie vereinzelt auch Äschen zwischen 20 und 40cm beobachten. Brut der Bachforelle gab es nur sehr vereinzelt ( $n < 10$ ) und es wurde insgesamt auch nur ein einziges älteres Exemplar

dieser Art (ca. 25cm) gesichtet. Etwas häufiger war, beschränkt auf gewisse Stellen, Brut der Regenbogenforelle ( $n > 50$ ) anzutreffen, die möglicherweise aus Besatz stammte. Auch fangfähige Regenbogenforellen wurden vereinzelt gesichtet. Darüber hinaus wurden nur 2 adulte Barben und dort, wo strömungsberuhigte Bereiche mit Totholz oder ins Wasser reichender Ufervegetation kombiniert waren, auch einige wenige Aitel unterschiedlicher Altersstufen aufgespürt. Einjährige Jungfische des Aitels waren allenfalls in kleinen Schwärmen und damit viel zu selten anzutreffen. Erfreulich dicht zeigte sich der Bestand an Elritzen ( $n > 30.000$ ), welcher in allen geeigneten Lebensräumen in teils beachtlichen Schwärmen und in allen Größen vorkam.



**Abbildung 27: dichter Elritzenschwarm in Jf-9  
(Fkm 195,5 links)**



**Abbildung 28: adulter Aitel im Totholzeinstand  
(Fkm 189,2 links)**

Etwa jeder zweite locker liegende, größere Stein beherbergte zumindest eine Koppe (FFH-Anhang-II-Art) unter sich. Es wurden aber auch mehrere verendete Koppen gefunden, die offensichtlich Opfer des teils heftigen Bootbetriebs wurden, indem Boote oder deren Benutzer in Flachzonen gegen locker gelagerte Steine oder Blöcke stießen, unter welchen Koppen dann gequetscht wurden.



**Abbildung 29: reger Bootsbetrieb über  
Koppenhabitat (Fkm 185,8 links)**



**Abbildung 30: eine dort im Flachwasser tot  
aufgefundene Koppe**

Abgerundet wurde das Spektrum der gesichteten Arten durch ca. 10 Hechte zwischen 7 und 60cm Länge sowie (unterhalb der Mündung des Walger-Franz Bachs) durch 2 Saiblings-Hybriden in Speisefischgröße, die wohl aus einem Fischteich entkommen waren.

Für eine ausreichend zuverlässige Beurteilung des Fischbestandes konnte zudem auf die Ergebnisse von Elektrobefischungen (Probenahmen gemäß WRRL) zurückgegriffen werden, davon 6 im UG (2007 bis 2014), sowie 2 (2010 und 2011) im direkt unten anschließenden Isar-Abschnitt (Quellen: M. Schubert, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft- Institut für Fischerei, BFV Bad Tölz und R. Kapa, WWA Weilheim).

Die Isar zählt zu den „Fischfaunistischen Vorranggewässern“. Zur Umsetzung der EU-WRRL wurden die Fließgewässer, so auch die Isar, in sogenannte Flusswasserkörper (FWK) unterteilt, deren ökologischer Zustand jeweils anhand unterschiedlicher Qualitätskomponenten, u.a. der Fischfauna, bestimmt wird. Bei Wasserkörpern, die als „erheblich verändert“ eingestuft sind, bewertet man nicht den „ökologischen Zustand“, sondern das „ökologische Potenzial“. Das UG wird von 2 FWK berührt. Von der oberen Grenze (Fkm 199,02) bis Fkm 195,00 zählt es zu ISO91. Weil dieser FWK auch den Tölzer Stauraum beinhaltet, wurde dieser FWK als „erheblich verändert“ eingestuft. Dessen Abgrenzungen sind leider recht unglücklich gewählt. Jedenfalls wird diese Einstufung dem im UG liegenden Teil keinesfalls gerecht, der vom Charakter und vom Entwicklungspotenzial her eher mit dem unten anschließenden und als „nicht erheblich verändert“ eingestuften FWK ISO92 vergleichbar ist.

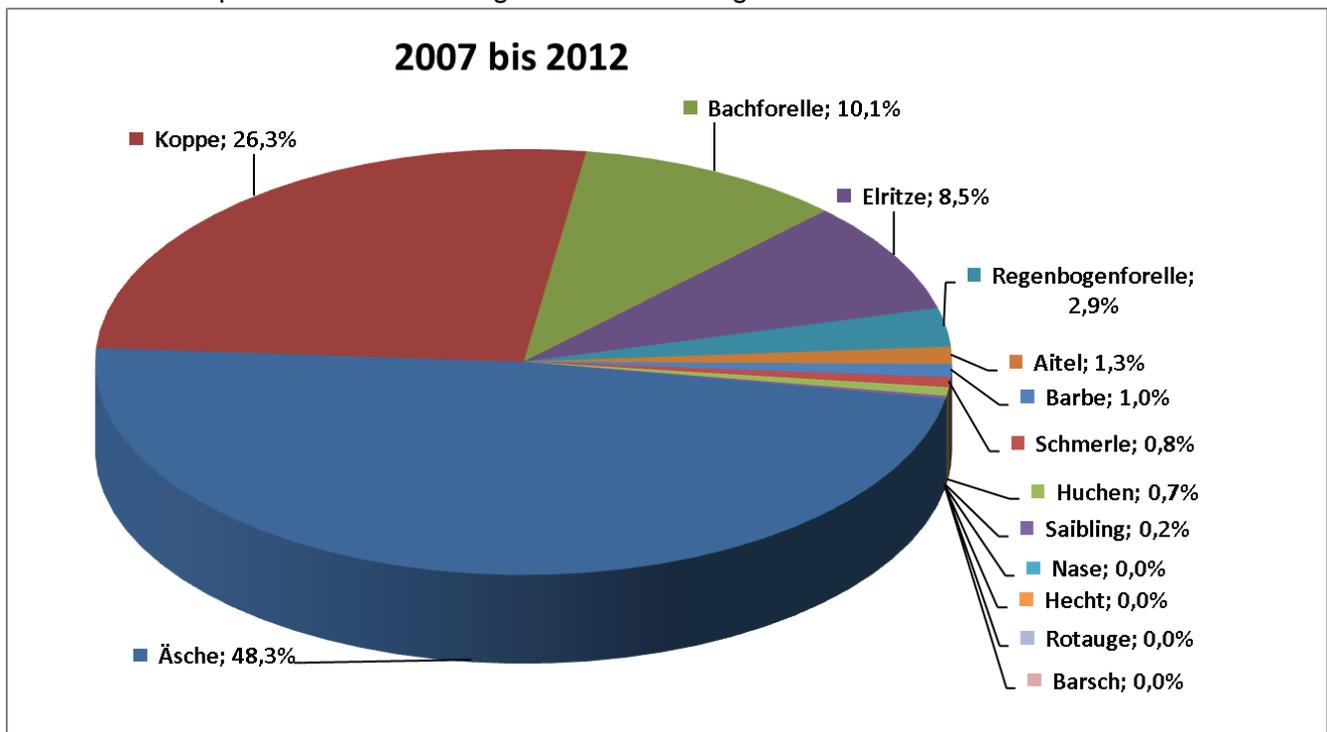
Obwohl die Probefischungstrecken des ISO91 unterhalb des Stauraums Bad Tölz und damit innerhalb des UG liegen, weisen die Befischungsergebnisse, die alle bereits im Zeitraum mit bereits erfolgten Geschiebeweitergaben lagen, der Fischfauna in der Gesamtschau nur ein mäßiges ökologisches Potenzial zu. FWK ISO92, der auch die nahezu noch natürlich ausgeprägten Abschnitte Ascholdingen Au und Pupplinger Au beinhaltet, erreicht hingegen den guten ökologischen Zustand. Die Bewertung (gemäß „fibs 8.1“) orientiert sich dabei an der Zusammensetzung einer leitbildkonformen Referenz-Fischzönose. Was hier vorwiegend zählt, ist, dass die Individuen der typspezifischen Arten auf Basis einer natürlichen Reproduktion im möglichst natürlichen prozentualen Verhältnis vorkommen. Der Nachweis einer erfolgreichen Reproduktion gilt als erbracht, wenn die unterste Jahrgangsstufe entsprechend nachzuweisen ist (und nicht ausschließlich auf Besatz zurückgeht). Wenn einzelne ältere Jahrgangsstufen unterrepräsentiert sind oder regelmäßig fehlen, wie es in bayerischen Voralpenflüssen seit dem stark angestiegenen Fraßdruck durch Kormoran und Gänsesäger regelmäßig vorkommt, schlägt sich dies in der Bewertung hingegen nicht nieder. Denn alle über ein Jahr alte Individuen werden schlussendlich zu einer Klasse zusammengefasst. Entsprechend sind die Bewertungen auch nur bedingt aussagekräftig, wenn es um die Beurteilung der fischereilichen Ertragsfähigkeit geht. Denn eine sich allein auf die Anzahl von Individuen stützende Betrachtung berücksichtigt nicht, ob bzw. inwieweit der Bestand dazu in der Lage ist, regelmäßig Biomassen und Größen auszubilden, welche für eine lohnende, nachhaltige Befischung erforderlich sind. Wenn der Fischfauna also ein guter ökologischer Zustand beigemessen wird, bedeutet das nicht automatisch, dass der Fischbestand zugleich die fischereilichen Erwartungen erfüllt.

Auf Basis von Probefischungen im August 2010 wurde die Gesamtfischbiomasse im UG auf etwa 40kg/ha geschätzt (Ernst 2011). Das ist ein für die Jahreszeit wesentlich zu niedriger Wert, auf dessen Basis die Ausübung einer halbwegs erfolgreichen Angelfischerei kaum noch möglich ist. In derselben Studie wurde ein deutliches Defizit bei Fischen mit Längen zwischen 10 und 30cm

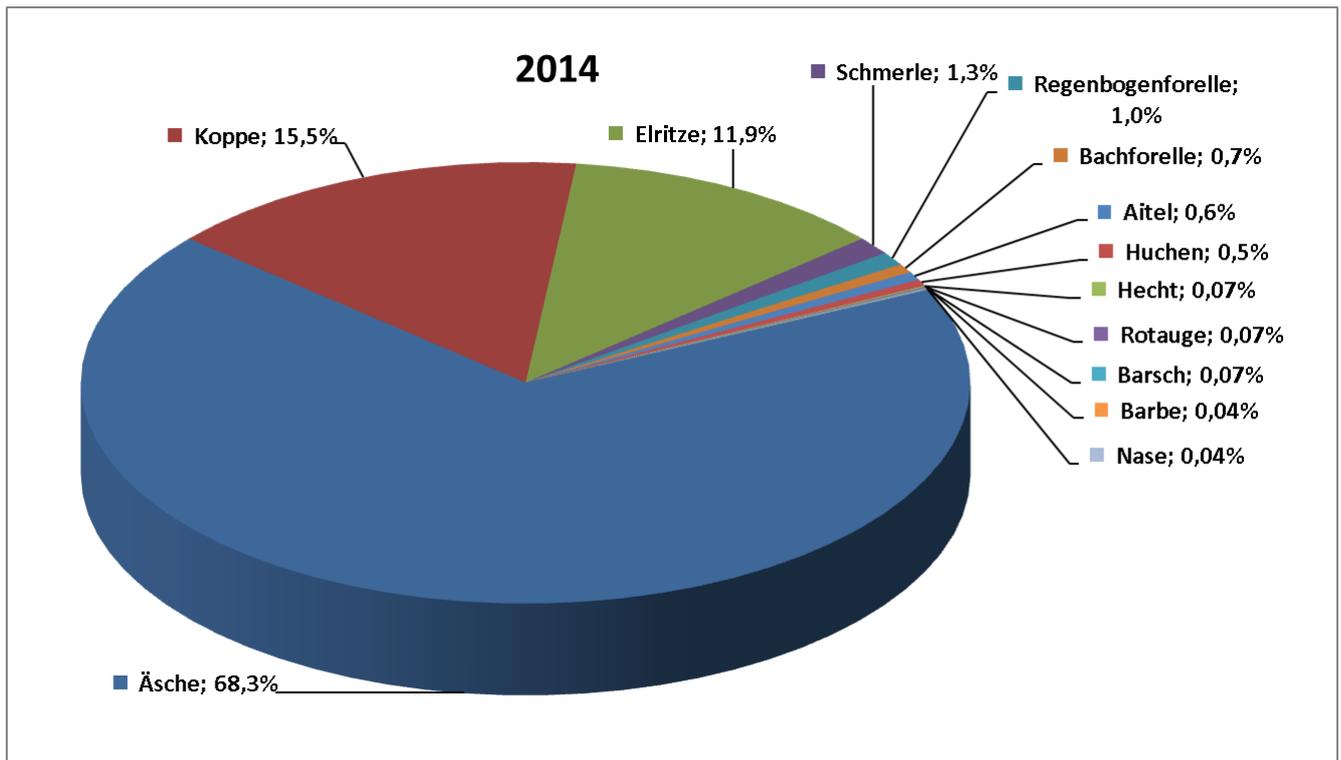
festgestellt, was für einen hohen Fraßdruck durch Kormorane und Gänsesäger spricht, die vorwiegend dieses Beutegrößenspektrum nutzen.

2014 war zweifellos ein außergewöhnlich gutes Reproduktionsjahr für Äsche und Huchen. Niemals zuvor ist der Unterzeichnete in bayerischen Flüssen nur annähernd auf vergleichbar hohe Bestandsdichten von Huchen- und Äschenbrut gestoßen. Die Elektrofischung vom 4. November 2014 hat diese Beobachtungen zumindest in Bezug auf die Äsche auf eindrucksvolle Weise bestätigt, während die einsömmrigen Huchen zwischenzeitlich offensichtlich eher wieder auf ein mittleres Bestandsniveau zurückgefallen sind. Auch Erhebungen aus früheren Jahren attestierten der Äsche bereits einen vergleichsweise hohen Reproduktionserfolg, was mitunter auf die verbesserte Laichplatzqualität infolge der Geschiebeweitergabe zurückgeführt wurde.

Eine Auswertung der Bestandserhebungen ergaben zwischen den einzelnen Befischungsterminen hinsichtlich der jeweils ermittelten Bestandsgrößen große Unterschiede, die allenfalls nur zum Teil auf variable Einflussfaktoren wie unterschiedliche Befischungszeitpunkte, unterschiedliche Probestellen oder unterschiedliche Effektivität der Befischungsteams zurückzuführen sind. Das Spektrum der Fangergebnisse reicht von einem äußerst geringen bis hin zu einem vergleichsweise guten Fischbestand. Besonders die jüngste Erhebung (vom 4.11.14) weist im UG einen relativ dichten Fischbestand aus. Fasst man die Ergebnisse der Befischungstermine aus den Jahren 2007 bis 2012 zusammen (31.10.07/4.8.08/13.2.09/26.8.10/20.9.12) wurden hier pro Kilometer befischter Strecke im Durchschnitt nur 200 Fische gefangen. Am 4.11.14 betrug dieser Wert hingegen 2.100 Individuen/km und lag damit etwa um den Faktor 10 höher. Betrachtet man die prozentuale Verteilung der nachgewiesenen Fischarten, zeigt sich, dass auch hier Unterschiede zwischen den beiden Betrachtungszeiträumen (Abb. 31 und 32) bestehen. In beiden Fällen ist die Äsche die überaus stark dominierende Art, gefolgt von der Koppe. 2014 hat die Elritze die Bachforelle als dritthäufigste Art abgelöst. Die Bachforelle war 2014 kaum noch vertreten. Alle weiteren Arten spielen stückzahlbezogen nur eine untergeordnete Rolle.



**Abbildung 31: Verteilung der Arten nach Stückzahl in den Jahren 2007 bis 2012  
(Basis: Summe aus 5 Beprobungsdurchgängen)**



**Abbildung 32: Verteilung der Arten nach Stückzahl im Jahr 2014  
(Basis: 1 Beprobungsdurchgang)**

Im Vergleich zur Referenzzönose ergeben sich im UG folgende, klar erkennbare Defizite:

- Die Fischart Strömer fehlt, kommt aber schon seit längerem in der gesamten Isar nicht mehr vor.
- Die Fischarten Schneider, Hasel und Rutte fehlen im UG, während sie in der Isar von Einödlflussabwärts durchaus noch vorkommen.
- Die Fischarten Bachforelle, Barbe, Nase, Aitel und Schmerle kommen nur noch sporadisch oder deutlich zu selten vor.
- Bei den Populationen der Fischarten Barbe, Nase, Huchen, Bachforelle, Aitel und Schmerle gibt es hohe bis sehr hohe Defizite im Altersaufbau.

**Tabelle 2: Ausmaß der Populationsdefizite bei den Leitbildarten (Stand 2014)**

Leitbildarten im UG: Populations-Defizite		
Fischart	Bestandsdichte	Altersaufbau
Huchen	●	● ●
Bachforelle	● ● ●	● ●
Äsche	○	●
Barbe	● ● ●	● ● ●
Nase	● ● ●	● ● ●
Aitel	● ●	● ●
Hasel	+	+
Elritze	●	●
Schneider	+	+
Strömer	++	++
Schmerle	● ●	●
Mühlkoppe	●	○

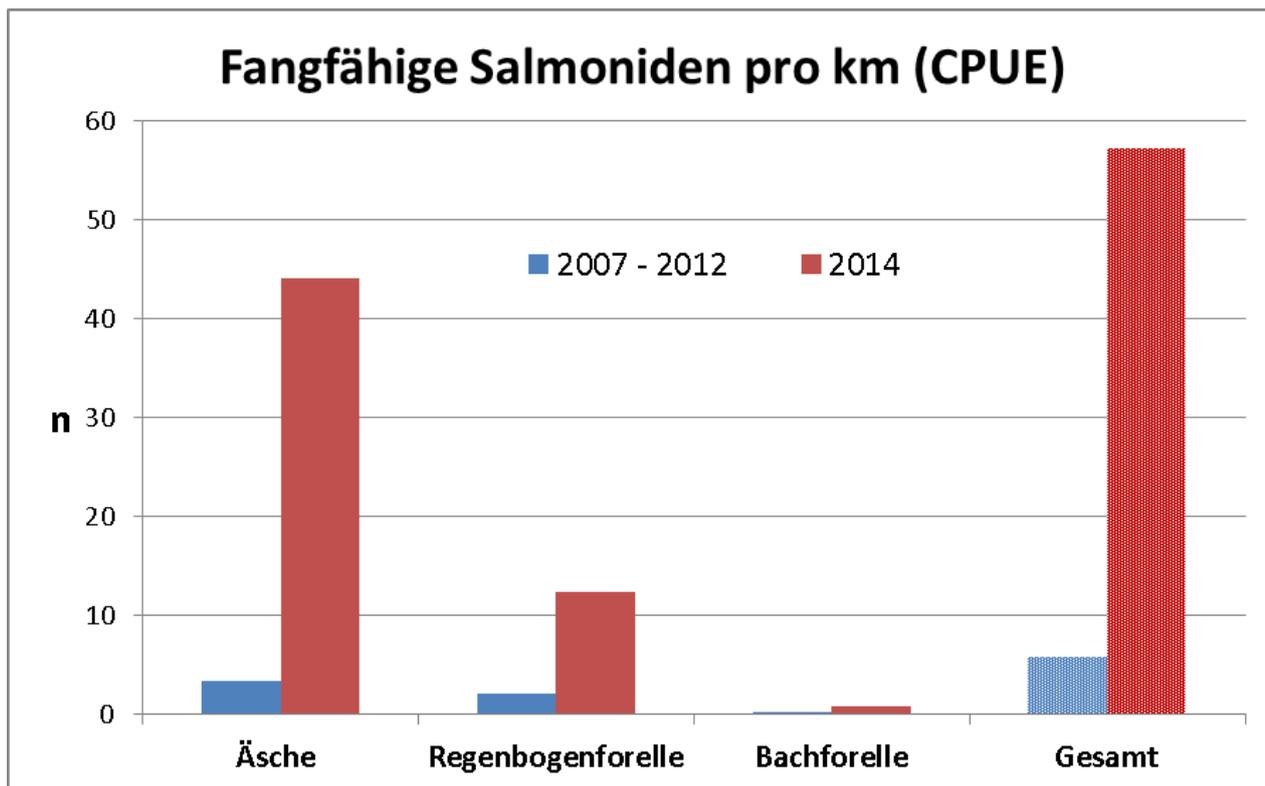
  

Legende:	
○	kein oder geringes Defizit
●	mäßiges Defizit
● ●	hohes Defizit
● ● ●	sehr hohes Defizit
+	Fischart im UG fehlend
++	Fischart im gesamten Isarlauf fehlend

Führt man eine fischbasierte Bewertung („fibs“) - allein bezogen auf das Fangergebnis des Beprobungsdurchgangs vom 4.11.14 - durch, ergibt sich für das ökologische Potenzial des FWK ISO91 nicht zuletzt aufgrund der sehr hohen Anzahl an 1-sömmrigen Äschen (1603 Stück von insgesamt 1732 gefangenen Äschen) erstmals eine gute Bewertung (2,51). Dass das Bewertungssystem nicht die erforderliche Schärfe aufweist, wenn man nicht, wie vorgesehen, Beprobungsergebnisse mehrerer Befischungen zusammenfasst, offenbart sich u.a. dadurch, dass das ökologische Potenzial bei dieser Einzelbetrachtung nur noch im mäßigen Bereich (2,26) zu liegen käme, sobald man eine halbwüchsige Nase, die als einziger Vertreter dieser Fischart bei der 2014-Befischung aufgetaucht ist, aus der Berechnung nimmt.

Auch wenn sich derzeit also eine Tendenz zur Bestandsverbesserung erkennen lässt, befindet sich die Fischfauna des UG nach wie vor in einem nur mäßigen Zustand, den es durch Aufwertungen des Lebensraums unbedingt weiter zu verbessern gilt (Definition eines „Mäßigen Zustands“ der Fischfauna: „Die Altersstruktur der Fischgemeinschaften zeigt größere Anzeichen anthropogener Störungen, sodass ein mäßiger Teil der typspezifischen Arten fehlt oder sehr selten ist“). Es muss also noch einiges unternommen werden, damit Hasel und Schneider wieder in das UG zurückkehren und sich die Bestände von Bachforelle, Barbe und Nase aus eigener Kraft wieder deutlich erholen können.

Um die derzeitige Attraktivität des UG für die Fischerei abschätzen zu können, wurde anhand der Beprobungsergebnisse die relative Bestandsdichte an fangfähigen Salmoniden (Äsche ≥ 35cm, Bachforelle ≥ 30cm und Regenbogenforelle ≥ 30cm) grob abgeschätzt. Aus Abb. 33 lässt sich ersehen, dass die Dichte an fangfähigen Salmoniden (ohne Huchen) 2014 um den Faktor 10 höher lag als durchschnittlich in den Jahren zuvor. Unterstellt man, grob überschlagen, eine Befischungsbreite von 10m, eine Fangeffektivität von 50% und ein mittleres Stückgewicht von 0,4kg, ergibt sich 2014 zum Beprobungszeitpunkt allein bezogen auf die fangfähigen Salmoniden (ohne Huchen) ein Bestandsgewicht von knapp 50kg/ha. Damit liegt man etwa an der unteren Grenze eines fischereilich halbwegs attraktiven Fischbestandes.



**Abbildung 33: Nachweis fangfähiger Salmoniden pro km befischter Strecke (ohne Huchen)**

Es ist davon auszugehen, dass dieser in den 1980er Jahren noch in etwa das 4-fache betrug, damals aber aus später noch genannten Gründen eher unnatürlich hoch war (vergl. Kap. 3.4.2.7). Ein leitbildkonformer Bestand an fangfähigen Salmoniden (ohne Huchen) dürfte schätzungsweise bei maximal 100kg/ha liegen. Der Gesamtbestand an fangfähigen Fischen sollte dann etwa doppelt so hoch (200kg/ha) liegen, zumal hier ja auch noch die nicht zu unterschätzenden Biomassen adulter Huchen und diejenige der Fischarten Nase, Barbe und Aitel hinzuzurechnen wären.

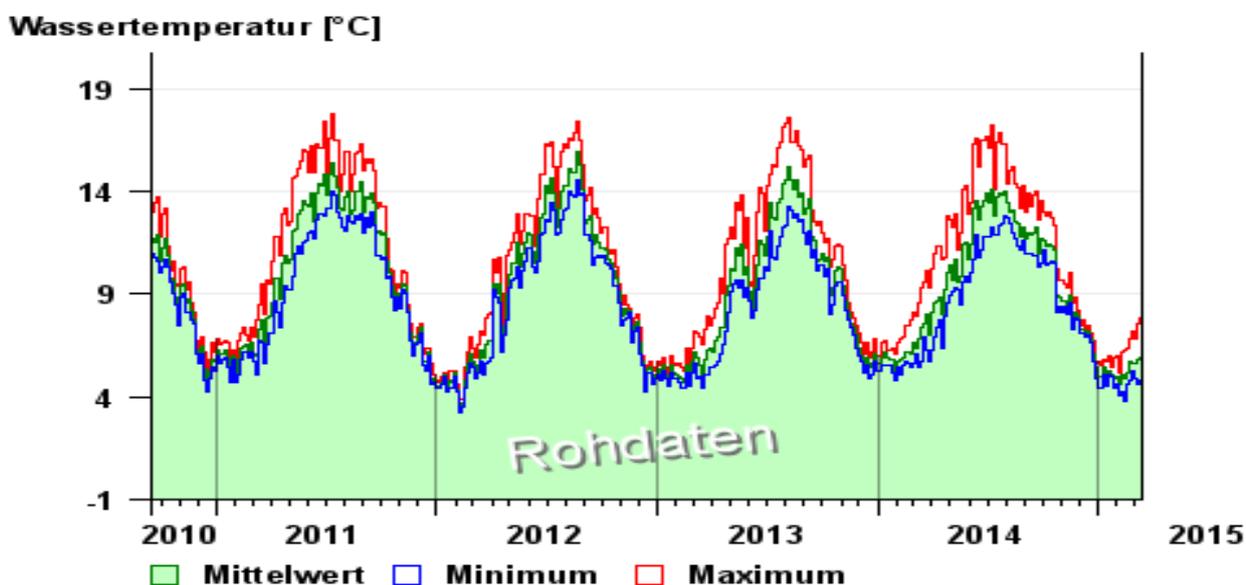
Die Auswertung der Elektro-Befischungen lässt darauf schließen, dass der Bestand an fangfähigen Salmoniden vor 2014 im UG durchschnittlich bei deutlich unter 10kg/ha lag und damit als fischereilich kaum nutzbar zu bezeichnen war. Eine Ausnahme bildete der schon von Natur aus eher seltene Huchen, dessen Bestand trotz eines veränderten Populationsaufbaus (vergl. Kap. 3.4.2.7) weiterhin attraktive Befischungsmöglichkeiten bot. Es ist nachvollziehbar, dass der Gewässerbewirtschafter die Fischerei in dieser ansonsten sehr desolaten Bestandssituation durch Besatz mit fangfähigen Regenbogenforellen aufzuwerten versucht. Ein erheblicher Teil solcher Besatzfische wird aber entweder rasch wieder gefangen oder er wandert ab. Insofern ist es nicht verwunderlich, dass bei den Beprobungen nicht deutlich mehr Vertreter dieser Fischart nachgewiesen wurden. Neben Regenbogenforellen werden in der Oberen Isar zur Bestandsstützung übrigens regelmäßig auch die Fischarten Huchen, Äsche, Bachforelle sowie (nicht alljährlich) Jungfische der Fischarten Barbe, Nase und Elritze besetzt.

Ob die ermutigenden Fangergebnisse von 2014 speziell beim Äschenbestand auf eine nachhaltige Trendwende hinweisen oder ob dies nur ein vorübergehender Bestandspeak ist, welcher sich durch eine Abfolge von günstigen Abflussverhältnissen, bzw. von Wintern

mit vermindertem Fraßdruck durch fischfressende Wasservögel aufbauen konnte, bleibt abzuwarten.

### 3.3.5 Wassertemperatur: zeitliche und räumliche Verteilung

Betrachtet man den Temperaturverlauf der Isar auf Höhe Bad Tölz über die Zeitspanne der letzten 5 Jahre ist zum einen festzustellen, dass es zwischen den Jahren keine gravierenden Unterschiede gibt und zum anderen, dass dieser sehr gut mit den Temperaturansprüchen der oligo-stenothermen Fischarten des Leitbildes übereinstimmt. Bezogen auf den zeitlichen Verlauf besteht bei diesen Arten also kein Anlass, eine ggf. veränderte Wassertemperatur als Einflussfaktor für die vom Leitbild ggf. abweichenden Bestandsstrukturen in Erwägung zu ziehen. Prinzipiell kommen auch die meso-eurythermen Arten mit solch einem für sommerkalte Flüsse, wie die Obere Isar, typischen Jahres-Temperaturverlauf gut zurecht.



**Abbildung 34: Jahrestemperaturverlauf der Isar am Pegel Bad Tölz  
(Quelle:www.gkd.bayern.de)**

In sommerkalten Flüssen sind diese Fischarten jedoch zwingend auf eine inhomogene laterale Temperaturverteilung angewiesen, wie sie z.B. in einer verzweigten Gerinnemorphologie verlässlich auftritt. Insbesondere die Juvenilstadien können sich nämlich nur adäquat entwickeln bzw. heranwachsen, wenn ihnen im Sommerhalbjahr wärmere Flachwasserkörper als Lebensraum zuverlässig zur Verfügung stehen. So kann z.B. die Nase ihre Hauptnahrung, den Algenaufwuchs, erst bei höheren Temperaturen wirklich gut verdauen. Einsömmrige Nasen (0+), die in sommerwarmen Flüssen aufwachsen, sind im Spätherbst deshalb nicht selten bereits rund 10cm lang und ca. 9g schwer. Ähnliche Wachstumsleistungen sind in sommerkalten Flüssen, wie der Oberen Isar, nur möglich, wenn der Brut flussbegleitend Alternativstandorte zur Verfügung stehen, welche sich im Sommer regelmäßig rasch erwärmen. Ansonsten wird ein Nasenbrütling in der Oberen Isar in seinem ersten Lebensjahr kaum länger als 4,5 cm und wiegt dann allenfalls 0,5g.

Auch die Brut der anderen meso-eurythermen Arten kommt wesentlich besser voran, wenn sie als Sommerstandort einen sich schnell erwärmenden Wasserkörper zur Verfügung hat, wie dies z.B. an flach auslaufenden Gleitufern mit strömungsberuhigten Buchten, in Altwasserarmen oder Altwassertümpeln der Fall ist.



**Abbildung 35: eine der wenigen im UG noch vorhandenen Altarm-Mündungsbuchten (Fkm 195,65 re)**



**Abbildung 36: mit wärmeliebender Cyprinidenbrut (in Jf-4)**

Eine herausragende Bedeutung kommt dabei auch den eher kleinen, flachen Seitenarmen zu, die im Vergleich zur Hauptabflussrinne im Sommer i.d.R. nicht nur eine höhere Temperatur, sondern auch umfassendere Nahrungsareale sowie einen wesentlich höheren Deckungsgrad mit Schutzstrukturen aufweisen.



**Abbildung 37: Flacher, deckungsreicher Seitenarm (Pupplinger Au)**



**Abbildung 38: Gleitufer mit Erwärmungszone (in Jf-21, Fkm 189,6 re)**

Parallel zum schleichenden Verlust einer ursprünglich sehr heterogen verzweigten und damit ein breites Spektrum an Lebensräumen und Temperaturgradienten abdeckenden Gerinnemorphologie sind auch die sich rasch erwärmenden Flachwasserkörper nach und nach verloren gegangen. Infolge des fortschreitenden Eintiefungsprozesses hat sich der Abfluss inzwischen nicht nur zunehmend auf ein einziges Gerinne reduziert. Auch im verbliebenen Hauptgerinne wurden die Neigungen der einstmaligen breiten, flach auslaufenden Gleitufere immer steiler und die

Temperaturverteilung im Querschnitt deshalb immer homogener. Dies brachte nicht nur Nachteile für die meso-eurythermen Arten mit sich. Auch alle anderen Arten werden dadurch zunehmend in ihren Möglichkeiten beschnitten, sich je nach Bedarf gezielt in diejenige Temperaturzonen begeben zu können, welche dem art-, alters- und jahreszeitspezifischen Temperaturanspruch (Optimalbereich) jeweils am nächsten kommt. So suchen z.B. auch Schwärme der als oligostenotherm eingestuften Elritze an warmen Sommertagen zur Optimierung des Stoffwechsels bevorzugt flache, erwärmte Gleituferbuchten auf, obschon sie prinzipiell auch ohne diese Option auszukommen vermögen.



**Abbildung 39: Elritzenschwarm im Flachwasser**



**Abbildung 40: Aitelbrut im Flachwasser**

**Generell ist davon auszugehen, dass die bereits weit fortgeschrittene Entwicklung der Oberen Isar in Richtung eines einzigen Abflussgerinnes mit zunehmend homogener Temperaturverteilung als ein wesentlicher Faktor für den Rückgang der meso-eurythermen Arten anzusehen ist, aber auch ungünstigen Einfluss auf die Populationsentwicklung der oligostenothermen Arten nehmen kann.**

Verstärkt wird die Problematik noch dadurch, dass die im UG wenigen verbliebenen Flachzonen mit Erwärmungspotenzial bevorzugt auch von Badegästen und anlegenden Bootsfahrern aufgesucht werden. Das Störungs- und Vertreibungspotenzial ist dort speziell also zu den Zeiten am höchsten, zu welchen die wärmeliebende Brut den größten Nutzen aus solchen Standorten ziehen würde.

## **3.4 Fischökologische Strukturbewertung**

### **5- stufiges Bewertungssystem**

Die nachfolgenden Bewertungen basieren zumeist auf einer 5-stufigen Bewertungsskala. Sofern Wertzahlen genannt werden, bedeuten diese:

Wertzahl (WZ) 1: sehr gering/sehr schlecht

Wertzahl (WZ) 2: gering/schlecht

Wertzahl (WZ) 3: mittel/durchschnittlich

Wertzahl (WZ) 4: groß/gut

Wertzahl (WZ) 5: sehr groß/sehr gut

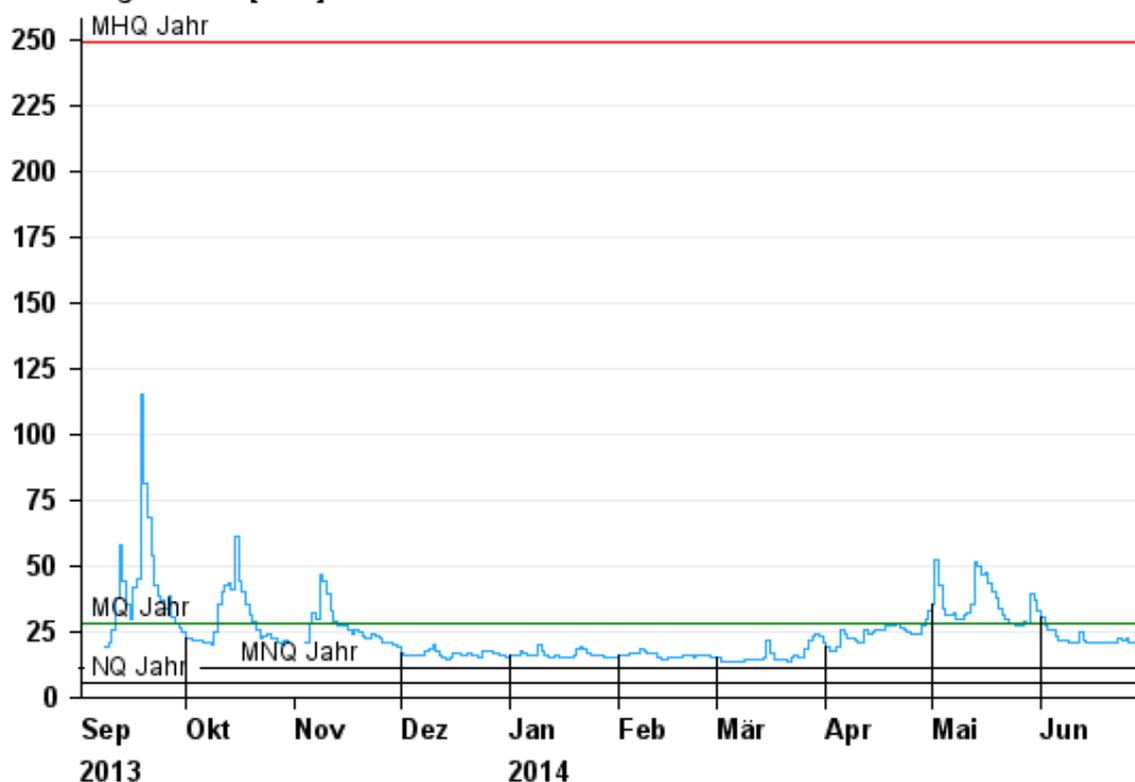
### **3.4.1 Voruntersuchungen, Kartierungsumfang, Ortstermine**

Am 6.11.2014 (gemeinsam mit Johannes Schnell, LFV) und am 7.6.14 (gemeinsam mit Vertretern des BFV Bad Tölz) wurde das UG abschnittsweise bzw. punktuell aufgesucht und auf grundsätzlich vorhandene Probleme bzw. Defizite hin analysiert.

Jeweils am 18., 22., 23., 26. und 27. Juni 2014 schloss dann eine fortlaufende Kartierung an. An allen Kartierungstagen lagen relativ konstante, sommerliche Niedrigabflüsse zwischen 20m<sup>3</sup>/s und 23m<sup>3</sup>/s (Pegel Bad Tölz KW) bei guter Sichttiefe vor. Die letzte Staulegung vor der Kartierung fand am 31.5.2013 mit einer Dauer von 10 Tagen statt bei Abflüssen um MHQ (249 m<sup>3</sup>/s) und darüber. Am 17.9.2013 gab es noch einmal einen sehr kurzen Abflussanstieg auf bis zu 150m<sup>3</sup>/s. Ab Mitte November stellte sich schließlich ein für die Isar typischer winterlicher Niedrigabfluss ein. Der MQ (27,9 m<sup>3</sup>/s) wurde dann erst wieder im Mai überstiegen, wobei in der Spitze allerdings nur 52m<sup>3</sup>/s erreicht wurden.

Vor der Kartierung gab es somit über einen Zeitraum von neun Monaten keine Abflussereignisse, die unter natürlichen Verhältnissen zu erheblichen Sohlumlagerungen geführt hätten. Selbst den im September 2013 ggf. noch frisch umgelagerten Sohlarealen verblieb bis zum Kartierungszeitpunkt somit eine für eine ggf. erforderliche Wiederbesiedlung durch Makroinvertebraten ausreichend lange Phase der Lagestabilität.

Abfluss Tageswerte [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]



**Abbildung 41: Isarabfluss am Pegel Bad Tölz/KW (Quelle: [www.hnd.bayern.de](http://www.hnd.bayern.de))**

Kartiert wurden zum einen allgemeine Merkmale der Flussmorphologie, wie Laufentwicklung, Breitenvarianz, Art und Grad der Verbauung. Auftragsgemäß wurde der Sohlbeschaffenheit (Beweglichkeit, Korngrößenzusammensetzung, Sohlrelief) besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Zudem wurden die laterale Vernetzung mit den Nebengewässern und hier vor allem die Anbindungssituation der Nebenfließgewässer betrachtet. Zum anderen wurde die Ausstattung mit potenziell defizitären fischökologischen Teilhabitaten isartypischer Fischarten kartiert und bewertet. Als fischökologische Teilhabitate von zentraler Bedeutung sind im UG Kieslaichplätze, Jungfischhabitate, Wintereinstände, Hochwassereinstände sowie Einstände für große Fische zu nennen. Wie sich im Vorfeld bereits erwiesen hatte, fand sich über das gesamte UG verteilt eine reichhaltige Ausstattung mit hochwertigen Kieslaichplätzen für alle dem Leitbild zugeordneten lithophilen Fischarten. Für diese Einschätzung sprach auch, dass am 7.6.2014 sämtliche halbwegs als Habitat geeigneten Ufer- und Flachzonen der Isar überaus dicht besiedelt waren mit selbstreproduzierter Brut von Huchen und Äsche, zwei Fischarten, die als sog. Interstitiallaicher besonders hohe Ansprüche an die Qualität ihres Kieslaichplatzes stellen. Nicht zuletzt dieser Befund ließ eine spezielle Kartierung von Kieslaichplätzen überflüssig erscheinen. Auch steht außer Frage, dass den Fischen im gesamten UG bei steigenden Abflüssen trotz der fortgeschrittenen Eintiefung des Mittelwasserbetts weiterhin sehr gute Ausweichmöglichkeiten in die Ausuferungsflächen mit genügend Schutz bietenden Strukturen zur Verfügung stehen. Somit konnte ebenfalls schon im Vorfeld eine Limitierung des Fischbestandes infolge eines Mangels an geeigneten Hochwassereinständen ausgeschlossen werden.

Defizite zeichneten sich hingegen schon vorab jeweils bei der Ausstattung mit sommerlichen Jungfischhabitaten und vor allem mit Wintereinständen für die juvenilen Altersklassen und Kleinfischarten ab. Sommerliche und winterliche Jungfischhabitate und deren funktionale

Verknüpfung mit den anderen Teilhabitaten wurden deshalb besonders sorgfältig analysiert. Dem Artenspektrum im Leitbild entsprechend wurden dabei ausschließlich die Jungfischhabitate rheophiler Fischarten bewertet. Die Fischarten Huchen, Äsche, Bachforelle, Nase, Barbe, Aitel, Hasel, Schneider und Elritze wurden jeweils getrennt betrachtet. Die Kleinfischarten Mühlkoppe und Schmerle wurden hingegen nicht berücksichtigt, da sich die Jungfisch- und Winterstandorte dieser sehr ortstreuen und strukturgebunden Kleinfischarten entsprechend stark mit denjenigen adulter Tiere überlappen. Auch der aus der Isar seit langem verschwundene Strömer wurde u.a. auch mangels Kenntnissen über dessen spezifische Lebensraumsprüche nicht eigens betrachtet. Als relatives Maß für eine etwaige Veränderung beim Lebensraum für adulte, eher große Fische (Zielfische der Angelfischerei) wurde schließlich auch die Ausstattung des UG mit Huchenstandplätzen erfasst und zudem eine Abschätzung einer qualitativen und quantitativen Veränderung gegenüber dem „geschiebefreien“ Vorzustand vorgenommen.

An dieser Stelle muss betont werden, dass die nachfolgend dargestellten Kartierungsergebnisse nur eine Momentaufnahme eines sich dynamisch verändernden Flusslaufgefüges widergeben. Gerade auch infolge der praktizierten Geschiebeweitergabe hat sich das künstlich herabgesetzte Veränderungspotenzial wieder erhöht. Es ist deshalb davon auszugehen, dass bereits mit dem Sommerhochwassers 2014 (Juli/August) sowohl in Bezug auf die Sohlbeschaffenheit als auch auf die Ausstattung mit Teillebensräumen zumindest lokal begrenzt wieder deutliche Veränderungen eingetreten sind. So ist z.B. ein künstlich geöffneter Nebenarm (Fkm 198,0), in dem sich sowohl ein Jungfischhabitat (Nr. Jf-1) als auch ein Wintereinstand (Nr. Wi-2) befand, im Zuge des Hochwassers 2014 wieder ganz trocken gefallen.

In zwei weiteren Ortsterminen (21.7.14/11.8.14) wurden die erfolgten Veränderungen in ausgewählten Bereichen erfasst und dokumentiert.

Auf Einladung der Regierung von Oberbayern fand am 18.7.2014 im Landratsamt Bad Tölz unter Beteiligung der Behörden sowie der Fischereiberechtigten eine Informations- und Diskussionsveranstaltung zur fischereilichen Situation in der Isar unterhalb der Staustufe Bad Tölz statt. Dort wurden auch erste Ergebnisse aus vorliegender Studie vorgestellt. Es wurde beschlossen, dass ein erstes Maßnahmenpaket zum Bau von Wintereinständen schon im Spätherbst 2014, d.h. vor der endgültigen Fertigstellung des Gutachtens umgesetzt werden sollte. Die daraufhin konkret vorgeschlagenen Maßnahmen wurden am 15.10.14 mit den Behörden und dem Fischereiberechtigten vor Ort abgestimmt und im Dezember 2014 umgesetzt. Am 12.5.15 fand ein weiterer Ortstermin (gemeinsam mit Flussmeister Herrn Henkel und Gewässerwart Herrn Gilgenreiner), in welchem u.a. die hergestellten Strukturen erfasst und dokumentiert wurden.

### **3.4.2 Ergebnisse**

#### **3.4.2.1 Lebensraumsprüche der Leitbildarten**

In Tabelle 3 sind die Ansprüche, welche die Leitbildarten in einem kalkalpinen Fluss wie der Isar an ihre Teillebensräume stellen - jeweils geordnet nach der relativen Bedeutung - zusammenfasst. Sie dienen als Grundlage der nachfolgenden Bewertungen. Soweit vorhanden, flossen hier Literaturdaten ein, ergänzt durch eigene Erfahrungswerte, welche im Rahmen zahlreicher Untersuchungen und Beobachtungen über Jahrzehnte an der Oberen Isar gewonnen wurden.

**Tabelle 3: Ansprüche der Leitbildfischarten des UG an den Lebensraum**

Fischart	Laichplatz		Jungfischhabitat Sommer		Jungfischhabitat Winter		Einstand Adulte	
	Substrat Choriotop	Lage	Substrat Choriotop	Lage	Substrat Choriotop	Lage	Substrat Choriotop	Lage
Huchen	MIL/MSL	HA/NA/NFG: S(f);Fu	XYL/LEB/MAK/ MSL/MIL/AKL	NA/NFG/HA: U(f)(mD)	XYL/LEB/MAL/MGL	NA/AA/HA: U(mD); S(mD)	MGL/XYL/MAL	HA: K(t)(oD); PU(t)(mD)
Bachforelle	MIL/AKL/ MSL	NFG/NA: S(f); Fu	XYL/LEB/MAK/ MSL/MIL	NFG/NA/HA: U(f)(mD); S(mD)	XYL/LEB/MAK/MSL/ MIL	NFG/NA/HA: U(f)(mD); S(mD)	XYL/LEB/MGL/MAL	HA/NA: U(f)(mD); K(mD); Fu(oD)
Äsche	MIL	HA/NA/NFG: S(f); Fu	AKL/MIL/MSL	HA/NA/NFG: Gl(oD); S(f)(oD)	AKL/MIL/MSL/XYL	HA/NA: S(oD); U(mD)	MSL/MAL/MIL	HA/NA: S(oD)
Barbe	MIL/MSL	HA/NA/NFG: S(f);Fu	PSM/PSP/AKL/ PHY/FIL/MAK	NA/HA:Gl(f)(w)(oD); Bu(f)(w)(oD);U(f)(mD)	MSL/MAL/LEB/XYL/ MAK/CPO	NA/HA/AA: S(mD);U(mD)	MIL/AKL/XYL/MAL/ MGL	HA/NA: S(oD), K(oD); U(mD)
Nase	MIL/MSL	NFG/NA: S(f); Fu	AKL/MIL/PSM/ PHY	NA/HA:Gl(f)(w)(oD); Bu(f)(w)(oD)	XYL/LEB/MGL/MAL	NA/AA/HA: U(mD)	MIL/AKL/MSL/MAL/ MGL	HA/NA: S(oD), K(oD)
Aitel	MIL/MSL	HA/NA/NFG: S(f);Fu	PSM/PSP/AKL/ FIL/MAK/MAL/XYL	NA/AA/HA: U(f)(mD); Gl(f)(oD);Bu(f)(w)(oD)	XYL/LEB/MAK/ CPO/MAL/MGL	NA/AA/HA: U(mD)	XYL/LEB/MGL/MAL/ MSL/MIL/MAK	NA/AA/HA: U(mD); S(mD)
Hasel	MSL/MAL/ MIL	NA/NFG: S(f); Fu	AKL/PSM/Mil	NA/HA/NFG: Gl(f)(w); U(f)	XYL/LEB/FIL/MAK	NA/HA: U(mD); S(mD)	AKL/PSM/MIL/ MSL/FIL/XYL/LEB	HA/NA: Gl(oD), S(oD); U(mD)
Elritze	MIL/AKL/ MSL	NA/NFG: S(f)	PSM/PSP/AKL/ PHY/FIL/LEB/MAK	NA/AA/HA: GU(f)(oD);Bu(f)(w)(oD); U(f)(mD)	LEB/MAK/XYL/ CPO/FIL/MSL/MAL	NA/AA: U(mD); S(f)(mD)	XYL/LEB/MAK/MIL/ AKL/PSM/MSL/MAL	NA/HA/AA: Gl(oD); Bu(f)(w)(oD); U(f)(mD);S(f)(mD)
Schneider	AKL/MIL	NA/NFG: S(f)	MAL/MGL/LEB/ XYL/MAK	NA/NFG/HA: U(f)(w)(mD); PR(mD)	XYL/LEB/MAK/FIL/ MGL/MAL	NA/AA/HA: U(mD)	MGL/MAL/XYL/LEB	NA/HA: U(mD)
Strömer	AKL/MIL	NA/NFG/HA: S(f)	MAL/MGL/LEB/ XYL	NA/NFG/HA: GU(f)(w)(mD); Bu(f) (w)(mD); U(mD); S(mD)	MGL/XYL/LEB/MAL	NA/HA: U(mD);	MGL/XYL/MAL/LEB	NA/HA: U(mD); S(mD)
Schmerle	PSM/MSL	NA/HA: S(f)	PSP/PSM/MSL/ MIL/LEB/FIL/XYL	NA/HA/AA: S(f)(mD);U(f)(mD)	MSL/PSP/CPO/LEB/ MAK/XYL	NA/HA/AA: S(f)(mD); U(f)(mD)	MSL/MAL/XYL/LEB	NA/HA/AA: S(mD);U(mD)
Mühlkoppe	MSL/MAL/ MGL	HA/NA: S; U	MIL/MSL/LEB/ MAK/FIL/XYL	NA/HA: Gl(f)(mD); PU(mD);FU(mD)	MSL/MAL/LEB/XYL/ MAK/CPO	NA/HA/AA: S(mD);U(mD)	MAL/MGL/MSL/ XYL/LEB/MAK	HA/NA: S(mD); U(mD)

Abkürzungen/Legende:

MGL	Megalithal: Große Steine, Blöcke und anstehender Fels (> 400mm)
MAL	Makrolithal: Grobes Blockwerk, etwa kopfgroße Steine mit variablen Anteilen von Steinen, Kies und Sand (200 - 400mm)
MSL	Mesolithal: Faust bis handgroße Steine mit variablem Kies- und Sandanteil (63 - 200mm)
MIL	Mikrolithal: Grobkies mit Anteilen von Mittel- und Feinkies sowie Sand (20 - 63 mm)
AKL	Akal: Fein- und Mittelkies mit Anteilen von Grobkies und Sand (2 - 20 mm)
PSM	Psammal: Sand (0,063 - 2 mm)
PSP	Psammopelal: Sandiger Schlamm
LEB	Lebende Pflanzenteile: Wurzelbärte, Ufergrasbüschel, Krautiger Uferbewuchs mit Wasserkontakt etc.
CPO	Fallaub: Grobes partikuläres organisches Material
PHY	Phytal: Aufwuchsalgen
FIL	fädige Algen: Algenbüschel, Fadenalgen, Algenwatten
MAK	Makrophyten: Submerse Wasserpflanzen, inkl. Moose u. Characeen
XYL	Xylal: Totholz, Baumstämme, Äste etc.
S	Sohle
U	Ufer
NA	Nebenarm (bei MQ durchströmt)
HA	Hauptarm/Hauptgewässer
NFG	Nebenfließgewässer
AA	Altarm, Altarmtümpel (bei MQ nicht durchströmt, Anbindung nur unten oder ohne)
Bu	Bucht (strömungsberuhigt)
Fu	Furt
K	Kolk/Gumpen/Kolkrinne
Gl	Gleitufer
Pr	Prallufer
(oD)	ohne Deckung (ohne Versteckmöglichkeiten)
(mD)	mit Deckung (mit Versteckmöglichkeiten)
(w)	im Sommer: sich rasch erwärmend
(f)	flach
(t)	tief

### 3.4.2.2 Flussmorphologie, Verbauungsgrad

In Tabelle 4 sind charakteristische Merkmale und wichtige Kenngrößen der Isar im UG sowie bezogen auf das Fischereirecht BFV Bad Tölz zusammengestellt. Auf die fatale Entwicklung weg von einem von Natur aus furkierenden, mehrfach verzweigten Flusstyp hin zu einem pendelnden, leicht gestreckten und vorwiegend unverzweigten Gerinne wurde bereits weiter oben näher eingegangen. Lediglich knapp 10% der Lauflänge sind heute noch einfach verzweigt. Mehrfachverzweigungen finden sich gar keine mehr.

**Tabelle 4: wichtige Kenngrößen der Isar im UG**

	Untersuchungsgebiet (UG)	
	Gesamt	Fischereirecht BFV Bad Tölz
Lage (Fkm von bis)	199,02 - 188,20	199,02 - 190,00
Lauflänge [m]	11.750	9.450
Fläche Mittelwasserbett/freie Kiesflächen [ha]	59,7	49,5
Sohlgefälle [‰]	2,5	2,5
<b>Abfluss (Pegel Bad Tölz KW)</b>		
MNQ [m <sup>3</sup> /s]		10,9
MQ [m <sup>3</sup> /s]		27,9
MHQ [m <sup>3</sup> /s]		249
<b>Längsverbau</b>		
linkes Ufer [m] (% der Uferlinie)	2.175 (19%)	2.175 (23%)
rechtes Ufer [m] (% der Uferlinie)	4.320 (37%)	3.260 (34%)
Gesamt [m] (% der Uferlinie)	6.495 (28%)	5.435 (29%)
<b>Abflussteilung</b>		
aktiv bei niedrigem Sommerabfluss (Q: 20 m <sup>3</sup> /s)		
Abschnitte 2-armig [n]	6	6
Lauflänge 2- armig [m] (% der Gesamtlauflänge)	1.075 (9%)	1075 (11%)
Abschnitte 3- od. mehrarmig [n]	0	0
Lauflänge 3- od. mehrarmig [m] (% der Gesamtlauflänge)	0 (0%)	0 (0%)
aktiv bei niedrigem Winterabfluss (Q: 10 m <sup>3</sup> /s)		
Abschnitte 2-armig [n]	5	5
Lauflänge 2- armig [m] (% der Gesamtlauflänge)	950 (8%)	950 (10%)
Abschnitte 3- od. mehrarmig [n]	0	0
Lauflänge 3- od. mehrarmig [m] (% der Gesamtlauflänge)	0 (0%)	0 (0%)

In nachfolgender Tabelle 5 sind die im UG vorhandenen Längsverbauungen zusammengestellt, wie sie zum Kartierungszeitpunkt offen erkennbar waren. Bemerkenswert ist, dass zurzeit immer noch knapp 30% der Ufer, und hier in erster Linie die Außenbögen, verbaut sind.

**Tabelle 5: Übersicht über den Bestand der Längsverbauungen im UG**

ID	Lage von bis [Fkm]	Typ	Länge [m]	Kommentar	Abkürzungen
LV-1-r	199,02-198,84 re	BE; GS, BL	150	Unterwasser Kraftwerk: Ufersicherung	
LV-1-l	199,03-198,89 li	BE; SPF	140	Unterwasser Kraftwerk: Ufersicherung	BE Beton
LV-2-r	198,07-197,58 re	GS; BL; teils (e);	620	bei Fkm 197,72 Uferangriff	BL Steinblöcke/Quader
LV-3-r	195,90 - 195,60 re	BL(e);	230	sehr alt, stark erodiert, sekundär überlagert, vermutlich stromauf "schlafend" fortlaufend bis 196,20	GA Gabionen "Schanzkörbe"
LV-4-r	195,20-194,43 re	GS; BL; teils (e); MS	790	im oberen Teil sekundär überlagert; vermutlich stromauf "schlafend" fortlaufend mit Anschluss an LV-3-r	GS Grobe Steinschüttung
LV-5-r	194,20-193,98 re	GS	170	evtl. stromab "schlafend" fortlaufend	MS Mittlere Steinschüttung
LV-2-l	194,04-193,19 li	BL; GS teils (e);	865	weitgehend intakt; ein Uferanriss bei 193,52	e erodiert
LV-6-r	193,20-192,93 re	GS; BL teils (e);	330	sehr steil, teils erodiert	li orografisch links
LV-3-l	192,79-192,36 li	GS; BL teils (e);	560	von 192,4 abwärts sich auflösend	re orografisch rechts
LV-7-r	192,33-191,97 re	GS; BL teils (e);	510	BL wegen Eintiefung teils abgerutscht 192,1: Habichauer Bach Anbindung neu und gut	
LV-4-l	191,97-191,48 li	GS; BL(e); GA (e):	610	von 191,6 abwärts BL und GA wegen Eintiefung teils flächig abgerutscht	
LV-8-r	191,75-191,63 re	GS; BL teils (e);	160	Verbauung rutscht ab wegen Eintiefung	
LV-9-r	191,34-191,20 re	GS; BL(e);	140	Verbauung rutscht ab wegen Eintiefung	
LV-10-r	190,92-190,80re	GS; BL(e);	160	ehem. Verbauung stromauf bis 191,20 total erodiert. Blöcke dienen heute als hochwertige Sohlstrukturen	
LV-11-r	189,15-188,27 re	GS; BL(e);	1060	von 189,05 abwärts auf 50m total abgerutscht, danach Teilrutschungen. Von 188,5 abwärts Verbau teils aufgelöst, teils stark gegliedert	

### 3.4.2.3 Sohlbeschaffenheit

#### Methodik

Im Zuge der Voruntersuchungen kristallisierte sich heraus, dass sich die Sohle des nicht bewachsenen Mittelwasserbetts im UG auf der Basis abiotischer Choriotope grundsätzlich in 4 Arealtypen unterteilen lässt, die sich im Längs- und Querschnitt abwechseln. Charakteristisch ist hier zum einen das Mesolithal (faust- bis handgroße Steine mit variablem Kies- und Sandanteil), welches sehr heterogen sortiert und teils stark kolmatiert und zumeist als schwer bewegliche Deckschicht ausgebildet ist. Dann gibt es den sehr lagestabilen Sohltyp, der entweder von kopfgroßen Steinen, grobem Blockwerk (Makrolithal) oder auch von Großen Steinen, Blöcken sowie anstehendem Fels (Megalithal), teils auch von anstehendem Seeton dominiert wird. Vor Beginn mit den Geschiebweitergaben bestand die Sohle vorwiegend aus diesen beiden Grundtypen. Infolge der Geschiebweitergaben haben nun auch wieder das Mikrolithal (taubenei- bis kinderfaustgroße Kieselsteine) sowie das Akal (Fein- und Mittelkies) an Bedeutung gewonnen. Auch wenn es hinsichtlich der Korngrößenverteilung letztlich alle möglichen Zwischenstufen gibt, lassen sich dennoch zwei Grundtypen unterscheiden. Der eine Typ besteht vorwiegend aus Mikrolithal. Das Substrat ist hier i.d.R. sehr heterogen sortiert und liegt zumeist recht locker, bleibt aber bei Abflüssen unter MQ noch lagestabil. Der andere Typ besteht vorwiegend aus homogen sortiertem und sehr locker gelagertem Akal, welches bei Abflüssen unter MQ und teils sogar bei sommerlichem Niedrigwasserabfluss noch in Bewegung bleibt.

Unter Zugrundelegung der morphologischen Gegebenheiten (Breitenvarianz, Laufentwicklung etc.) wurde das UG in 29 unterschiedlich lange Sohlabschnitte unterteilt. Getrennt für jeden Abschnitt wurden die Breitenvarianz und das Relief des Mittelwasserbetts bewertet. Die jeweils charakteristischen Sohl-sortierungen wurden kartiert und mit Maßstab sowie georeferenziert fotografiert.



Akal

Mikrolithal

Makrolithal

**Abbildung 42: 3 charakteristische Choriotypen der Gewässersohle im UG**

Bereits während der Kartierung wurde für jeden Teilabschnitt die prozentuale Verteilung der 4 Arealtypen auf die Sohle des Mittelwasserbetts und der daran angrenzenden offenen Flächen geschätzt. Anhand der Fotos und auf Basis aktueller Luftbilder (2009/2012; Quelle: WWA Weilheim/Landesvermessungsamt) wurden diese Schätzungen später überprüft und ggf. angepasst.

### **Ergebnisse**

Tabelle 6 bietet eine Übersicht der Kartierungsergebnisse. Der Anteil der von Mikrolithal dominierten Sohle beträgt im UG durchschnittlich 53% und repräsentiert somit den häufigsten Sohltyp. Dieser Sohltyp zeichnet sich durch eine meist lockere, sehr lückenreiche Lagerung aus. Anzeichen übermäßiger Verstopfung durch Sand und noch feinere Sedimente finden sich i.d.R. nicht. Es ist allerdings anzumerken, dass die Korngrößen dieses hauptsächlich von Mikrolithal gekennzeichneten Sohl-Grundtyps oftmals eher im unteren Bereich des zugehörigen Größenspektrums (2 – 6,3cm) zu liegen kommt. In etwa der Hälfte solcher Sohlareale sind dann auch die größten Kiesel kaum größer als 4cm. Dennoch ist auch diese Fraktion zumindest bei sommerlichem Normalabfluss lagestabil und kann somit von Fischnährtieren zumindest vorübergehend besiedelt werden. Auch als Substrat für die meisten Kieslaicher ist diese Fraktion noch gut geeignet. Speziell für die Äsche ist diese Korngrößenzusammensetzung sogar als besonders günstig anzusehen. Für die Laichplatzansprüche des Huchens und weiterer Arten ist sie hingegen eher etwas zu fein sortiert. Für diese, eher gröberes Material bevorzugende Arten stehen alternativ aber mehr als ausreichend Sohlareale mit entsprechend günstiger Korngrößenverteilung zur Verfügung, zumal es zum natürlichen Verhaltensrepertoire rheophiler Arten in einer sich alljährlich verändernden Flusslandschaft gehört, sich im Rahmen einer Laichwanderung gezielt auf die Suche nach geeigneten Laichplätzen zu begeben. Insgesamt kann das Angebot an geeignetem Substrat für kieslaichende Fischarten im gesamten UG derzeit als vergleichsweise gut bis sehr gut bezeichnet werden. Allerdings ist heute die Standortvielfalt der Kieslaichplätze und damit die Risikostreuung in Bezug auf den Reproduktionserfolg im Vergleich zum Naturzustand geringer. Denn im UG stehen Nebenarme infolge künstlicher Eingriffe als potenzielle Laichplatzstandorte inzwischen kaum noch zur Verfügung und die Ausstattung mit entsprechend geeigneten Nebenfließgewässern ist schon von Natur aus eher unterdurchschnittlich.

**Tabelle 6: Übersicht über die Sohlabschnitte im UG mit Verteilung der 4 Sohl-Grundtypen**

ID	Lage		leicht bewegliche Sohle einheitlich sortiert (vorwiegend AKAL)					bewegliche Sohle heterogen sortiert (vorwiegend MIKROLITHAL)					schwer bewegliche Sohle heterogen sortiert (teils kolmatiert/Deckschicht) (vorwiegend MESOLITHAL)					lagestabile Grobstrukturen (MAKROLITHAL/MEGALITHAL)			Mittelwasserbett		Kommentar
	von	bis	Flächenanteil	Flussbett-Lage	Korn- bzw. Äquivalenz-durchmesser	Dominanz (Oberfläche)	Flächenanteil	Lage	Korn- bzw. Äquivalenz-durchmesser	Dominanz (Oberfläche)	Flächenanteil	Lage	Korn- bzw. Äquivalenz-durchmesser	Dominanz (Oberfläche)	Flächenanteil	Lage	Typ	Sohlrelief	Breitenvarianz				
	[Fkm]	[m²]	[%]	li/mi/re	von [mm] bis [mm]	Bezeichn. [%]	li/mi/re	von [mm] bis [mm]	Bezeichn. [%]	li/mi/re	von [mm] bis [mm]	Bezeichn. [%]	li/mi/re	von [mm] bis [mm]	Bezeichn. [%]	li/mi/re	Bezeichn.	WZ 1-5	WZ 1-5				
S-1	199,02-198,23	39,026	39	li/mi	6	60	Mk/Gk	60	li/mi/re	2	100	Gk/Mk/St/Fk	0				1	li/mi	Bl	2	1	"Opferstrecke"	
S-2	198,23-198,10	13,820	0					60	li/mi/re	3	200	Mk/Gk/St/Fk	37	re	5	200	St/Gk/Mk	3	re	Bl	4	2	"Opferstrecke"/Verzweigung
S-3	198,10-197,80	23,884	0					60	li/mi	2	200	Gk/Mk/St/Fk	30	re	2	200	St/Gk/Mk/Fk	10	re	Bl	4	4	re: "alte Sohle"
S-4	197,80-197,57	17,110	0					89	li/mi	5	150	Gk/Mk/St	10	re	4	150	Gk/Mk/St/Fk	1	mi/re	Bl	4	4	re: Eintiefung
S-5	197,57-197,20	14,179	0					80	li/mi/re	2	100	Gk/Mk/St/Fk	20	re	4	150	Gk/St/Mk/Fk	0			4	2	
S-6	197,20-196,85	13,281	0					30	li/mi	5	100	Gk/Mk/St/Fk	69	mi/re	2	200	St/Gk/Mk/Fk	1	mi/re	Bl	4	3	Kolkrinne/Eintiefung
S-7	196,85-196,60	12,417	0					50	mi	4	80	Gk/Mk/Fk/St	40	li/re	3	200	St/Gk/Mk/Fk	10	li	Fe/Bl	4	2	re: sandige Bucht
S-8	196,60-196,35	21,257	60	mi/re	8	30	Mk/Gk	20	mi/re	4	60	Gk/Mk/Fk	12	li	20	100	Gk/St	8	li	Fe/Bl	3	3	Sohl-anhebung
S-9	196,35-196,00	24,098	0					37	mi	2	120	Gk/Mk/St/Fk	60	li/re	5	200	St/Gk/Mk	3	li/mi/re	Bl	5	4	li: NA
S-10	196,00-195,50	28,613	0					39	li/mi/re	5	200	Gk/St/Mk	55	li/mi/re	5	200	St/Gk/Mk	6	li/mi/re	Bl/Le	4	1	Seeton steht an, li: "alte Sohle"
S-11	195,50-195,00	26,723	0					50	mi	5	200	Gk/Mk/St	45	li/re	5	200	Gk/St/Mk	5	li/mi/re	Bl/Fe	4	2	li: Kleiner NA
S-12	195,00-194,70	14,500	0					40	mi	2	200	Gk/Mk/St/Fk	52	li/re	2	200	St/Gk/Mk/Fk	8	li/mi/re	Bl/Fe	4	2	Gefällesprung
S-13	194,70-194,37	15,587	0					70	mi/re	2	100	Gk/Mk/Fk	26	li/re	2	200	St/Gk/Mk/Fk	4	mi	Bl/Fe/Le	3	1	
S-14	194,34-194,00	22,520	0					67	li/mi/re	2	150	Gk/Mk/St/Fk	25	re/mi	2	200	St/Gk/Mk/Fk	8	re	Fe/Bl	5	4	
S-15	194,00-193,60	15,221	0					46	li/mi	2	200	Gk/Mk/St/Fk	46	li/re	3	200	St/Gk/Mk/Fk	8	li/mi/re	Fe/Bl	3	2	Kolkrinne mit Eintiefung, dann li Auffüllung vor Querrippen
S-16	193,60-193,40	6,316	20	mi	6	60	Gk/Mk	47	mi	4	150	Gk/Mk/St/Fk	30	li/re	3	200	St/Gk/Mk/Fk	3	li/mi/re	Bl	2	1	
S-17	193,40-193,20	7,443	0					70	li/mi/re	3	100	Gk/Mk/Fk/St	15	re	2	200	St/Gk/Mk/Fk	15	li/mi/re	Fe/Bl	4	1	Querrippen
S-18	193,20-192,90	14,087	20	mi	3	40	Mk/Fk/Gk	69	li/mi/re	3	80	Gk/Mk/Fk/St	10	li/re	3	150	Gk/Mk/Fk/St	1	mi/re	Bl	3	2	
S-19	192,90-192,60	14,630	0					50	li/mi/re	2	200	Mk/Gk/Fk/St	46	li/mi/re	4	200	Gk/Mk/St/Fk	4	mi/re	Bl	4	3	li: NA
S-20	192,60-192,30	20,206	0					55	li/mi/re	3	150	Gk/Mk/St/Fk	42	li/re	2	200	St/Gk/Mk/Fk	3	li/mi	Bl/Fe	3	2	Übertiefen aufgefüllt
S-21	192,30-192,07	14,545	53	mi	2	50	Mk/Fk/Gk	20	li	3	150	Gk/Mk/St/Fk	25	li/re	2	200	St/Gk/Mk/Fk	2	li/re	Bl/Le	2	2	feine Sohle "läuft" bei MNQ
S-22	192,07-191,60	28,712	20	mi/re	3	50	Mk/Fk/Gk	50	li/mi/re	1	200	Gk/Mk/St/Fk	25	li/mi/re	3	200	St/Gk/Mk/Fk	5	li/mi/re	Bl	4	2	feine Sohle "läuft" bei MNQ, überlagert Altsohle samt Übertiefen, neue Kiesinseln; re: NA
S-23	191,60-191,00	34,749	0					50	li/mi/re	1	150	Gk/Mk/St/Fk/Sa	45	li/mi/re	3	200	St/Gk/Mk/Fk	5	li/mi	Bl	4	4	li: Nebenarm
S-24	191,00-190,40	30,296	0					60	li/mi/re	2	150	Gk/Mk/Fk/St	35	mi/re	3	200	St/Gk/Mk/Fk	5	mi/re	Bl/Le	4	2	Quader/Uferabbruch
S-25	190,40-189,90	23,563	0					60	li/mi	1	150	Gk/Mk/St/Fk/Sa	37	mi/re	3	200	St/Gk/Mk/Fk	3	re	Bl	4	3	
S-26	189,90-189,20	46,492	10	mi/re	1	20	Fk/Mk/Sa	50	li/mi/re	1	200	Gk/Mk/Fk/St/Sa	38	li/mi/re	2	200	Gk/St/Mk/Fk	2	re	Fe/Bl	4	3	Fkm 139,5; breiter Bereich mit bewegter Sohle aus Fk/Mk/Sa
S-27	189,20-189,00	11,277	0					20	li/mi	3	150	Gk/Mk/St/Fk	65	li/mi/re	3	200	St/Gk/Mk/Fk	15	re/mi	Fe/Bl/Le	4	4	Schussrinne/Eintiefung; li: NA trocken
S-28	189,00-188,60	20,322	0					50	li/mi/re	3	200	Gk/St/Mk/Fk	45	li/mi	3	200	St/Gk/Mk/Fk	5	li/mi/re	Fe/Bl/Le	2	1	Sohl-anhebung
S-29	188,60-188,20	22,105	0					80	li/mi/re	3	100	Gk/Mk/Fk/St	15	li/re	3	200	St/Gk/Mk/Fk	5	li/mi/re	Fe/Bl/Le	4	2	Sohl-anhebung mit Überdeckung von Grobstrukturen

Abkürzungen:	
Bl	Blöcke (> 200 mm)
St	Steine (63 - 200 mm)
Gk	Grobkies (20 - 63 mm)
Mk	Mittelkies (6,3 - 20 mm)
Fk	Feinkies (2 - 6,3 mm)
Sa	Sand (0,063 - 2 mm)
Fe	Fels/Flinz
Le	Lehm (weiche Seeton-Anbrüche)
NA	Nebenarm

Mit rund 34% der zweithäufigste Sohltyp sind die von Mesolithal dominierten Substrate, die mehr oder weniger stark auch von Elementen des Makro- und Megalithals (Gesamtflächenanteil 5%) durchsetzt sein können. Wie zuvor bereits erwähnt, repräsentieren diese beiden eher groben bis sehr groben Choriotope die Sohle, wie sie im UG noch vor Beginn der Geschiebweitergabe typisch war. Eine meist stark ausgeprägte Sohldeckschicht erweist sich hier selbst bei sehr hohen Abflüssen noch als recht lagestabil. Ein Anteil von etwa 20% der groben Deckschichtareale verfügt dennoch zumindest oberflächennah über einen bemerkenswert gut ausgeprägten Lückenraum. Der Rest ist mehr oder weniger stark kolmatiert, wie dies für Deckschichten, die über längere Zeit lagestabil sind, nicht ungewöhnlich ist.

Mit 8% Flächenanteil der dritthäufigste Sohl-Grundtyp besteht vorwiegend aus Akal. Vergleicht man die im UG vorgefundene Choriotopverteilung mit noch halbwegs natürlich gebliebenen Äschenregionen anderer Voralpenflüsse, liegt der Akal-Anteil derzeit durchaus nicht zu hoch. Zusammen mit dem etwa 25% Sohlflächenanteil, der von dem eher fein sortierten Mikrolithal angenommen wird, wurden solche Sohlbereiche bei den Kritikern dennoch zum „Stein des Anstoßes“.

Es ist zwar davon auszugehen, dass eine leitbildkonforme Sohle wohl einen höheren Anteil an Grobkies und Steinen aufweisen würde (siehe Kap. 3.5.3.2). Zum wirklichen Problem wird die Sache letztlich aber dadurch, dass die Isar in ihrem derzeitigen morphologischen Zustand im Vergleich zum Leitbild höhere und dabei im Querschnitt zudem weniger variable Schleppkräfte entfaltet. Mit anderen Worten: Die in ihrem Querschnitt deutlich eingeschränkte

Gerinnemorphologie des Mittelwasserbetts bietet nicht mehr genug geeignete Flächen, wo sich die feineren Korngrößen infolge der dort herabgesetzten Schleppkraft lagestabil einsortieren könnten. Dies hat zur Folge, dass die abflussabhängige Geschiebemobilisierung zu früh und dann oft gleich in voller Breite einsetzt.

Entsprechend kommt die Sohle im UG selbst bei sommerlichem Niedrigabfluss teils auch großflächig nicht zur Ruhe. In der Isar stechen solche Sohlareale regelrecht ins Auge, weil sie im Unterschied zu lagestabilen Sohlarealen auch im Sommer meist durchgängig „blankgeputzt“ bleiben, also keinen dunkleren Aufwuchsbelag ausbilden. Verteilt sich eine derart leicht bewegliche Sohle einheitlich über einen Großteil des Flussquerschnitts, kann dies die Produktivität und damit die fischereiliche Ertragsfähigkeit des Gewässers erheblich herabsetzen. Klammert man die Fläche der sogenannten „Opferstrecke“ aus, welche infolge der wiederkehrender Eingriffe in die Sohle ohnehin erheblich beeinträchtigt ist, ergibt sich im UG für derartige Areale insgesamt noch ein Sohlanteil von rund 5%. Dieses Phänomen ist mit Sicherheit vor der Geschiebeweitergabe nicht aufgetreten und entspricht keinesfalls einer natürlichen Sohldynamik.



**Abbildung 43: „Blankgeputztes“ Sohlareal  
(Fkm 192,1)**



**Abbildung 44: produktive (gelbe) und  
unproduktive (blanke) Sohle (Fkm 188,6)**

Die Kritik von Seiten der Fischereiberechtigten ist somit verständlich und durchaus nicht unbegründet.

Zwar unterliegt die Sohle auch im Naturzustand einem komplexen zeitlichen und räumlichen Wechselspiel zwischen Stabilität und Umgestaltung. An diese natürliche Sohldynamik hat sich die zugehörige Lebensgemeinschaft aber hervorragend angepasst. „Katastrophale“ Umlagerungsereignisse werden von sogenannten Pionierarten für eine konkurrenzarme Erschließung des Lebensraumes gezielt genutzt, von manchen Arten sogar zwingend benötigt. Auch die kieslaichenden Fischarten und hier in besonderem Maße die interstitiallaichenden Salmoniden brauchen frisch umgelagerte Sohlbereiche für ihre sehr empfindliche Phase der Embryonalentwicklung. Denn nur im Kieslückenraum sind die relativ großen Eier optimal geschützt vor Parasiten, Fressfeinden und mechanischer Überbelastung. Für eine erfolgreiche Entwicklung muss die Sohle dann aber jeweils bis zum Ende dieser sehr sensiblen Entwicklungsphase stabil und der Lückenraum ohne oberflächliche Verstopfung erhalten bleiben. Dies ist i.d.R. auch der Fall, zumal bettbildende Hochwasserereignisse bzw. störende Feinsedimenteinträge im Verlauf eines normalen Abflussjahres erst später auftreten. So finden Hochwasserereignisse in der Isar

fast ausschließlich in den Monaten Juni bis September statt. Eine bewegte Sohle wirkt sich auf die Besiedlungsdichte mit tierischen Organismen und damit potenziellen Fischnährtieren eher ungünstig aus. Denn die Organismen laufen dabei Gefahr zermalmt zu werden. Und selbst wenn sich Organismen vorübergehend in die schützende Tiefe eines intakten Interstitialraumes zurückziehen können, nutzt ihnen das nur dann, wenn die Sohloberfläche nach einem Umlagerungsereignis rasch wieder zur Ruhe kommt, was abgesehen von wenigen, sehr kleinräumig wirkenden Ausnahmen in einem unbeeinträchtigten Voralpenfluss jedoch regelmäßig der Fall ist. Denn zumindest die „Weidegänger“ unter den Fischnährtieren sind auf eine überwiegend stabile Sohloberfläche angewiesen, damit dort der als Nahrung dienende Aufwuchs entstehen kann. Im Querschnitt eines natürlichen Gewässers nimmt die Breite des in Bewegung geratenden Sohlkorridors mit steigenden Abflüssen erst nach und nach zu. Außer vielleicht bei sehr seltenen Extremabflüssen bleibt dennoch stets ein Sohlbereich erhalten, der nicht tiefgreifend umgelagert wird. Zumindest dort können die Organismen überleben und spätestens von dort aus kann eine rasche Rückbesiedlung der frisch umgelagerten Sohlbereiche erfolgen.

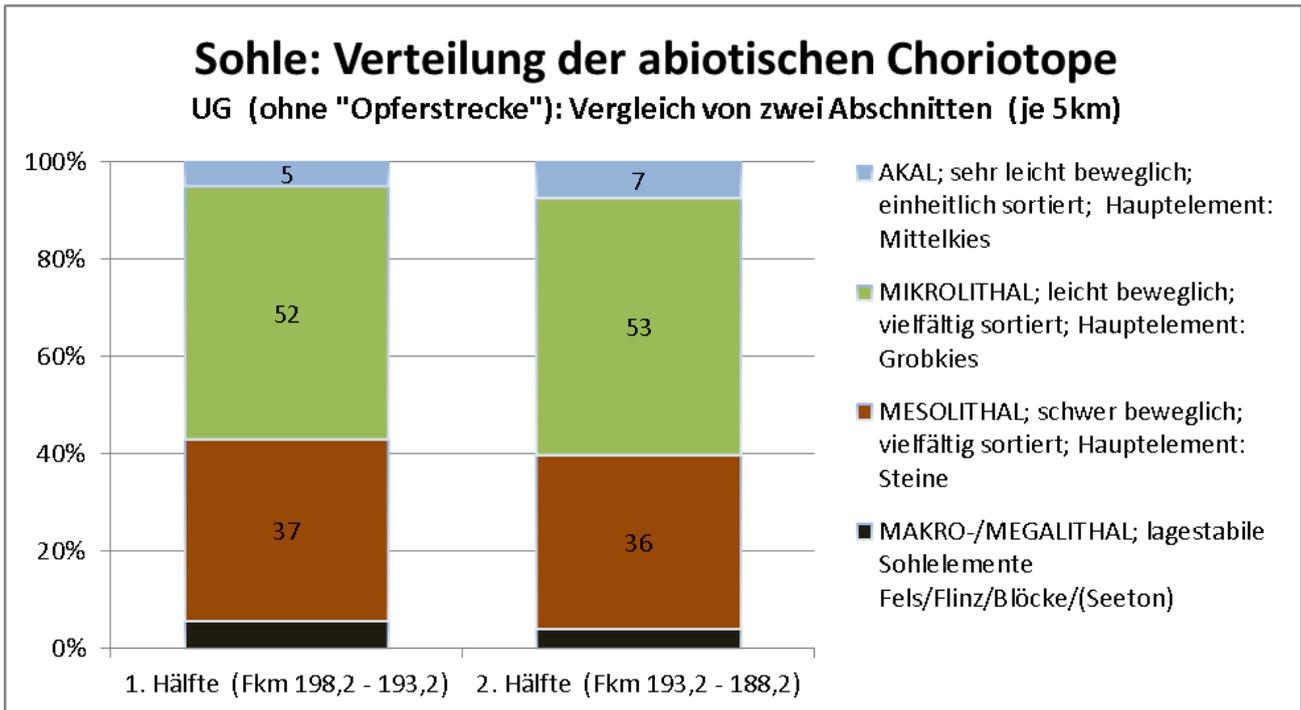


**Abbildung 45: Grenzbereich zur ständig bewegten Sohle (Fkm191,0 li)**

**Abbildung 46: homogenes Akal trifft auf heterogenes Mikrolithal**

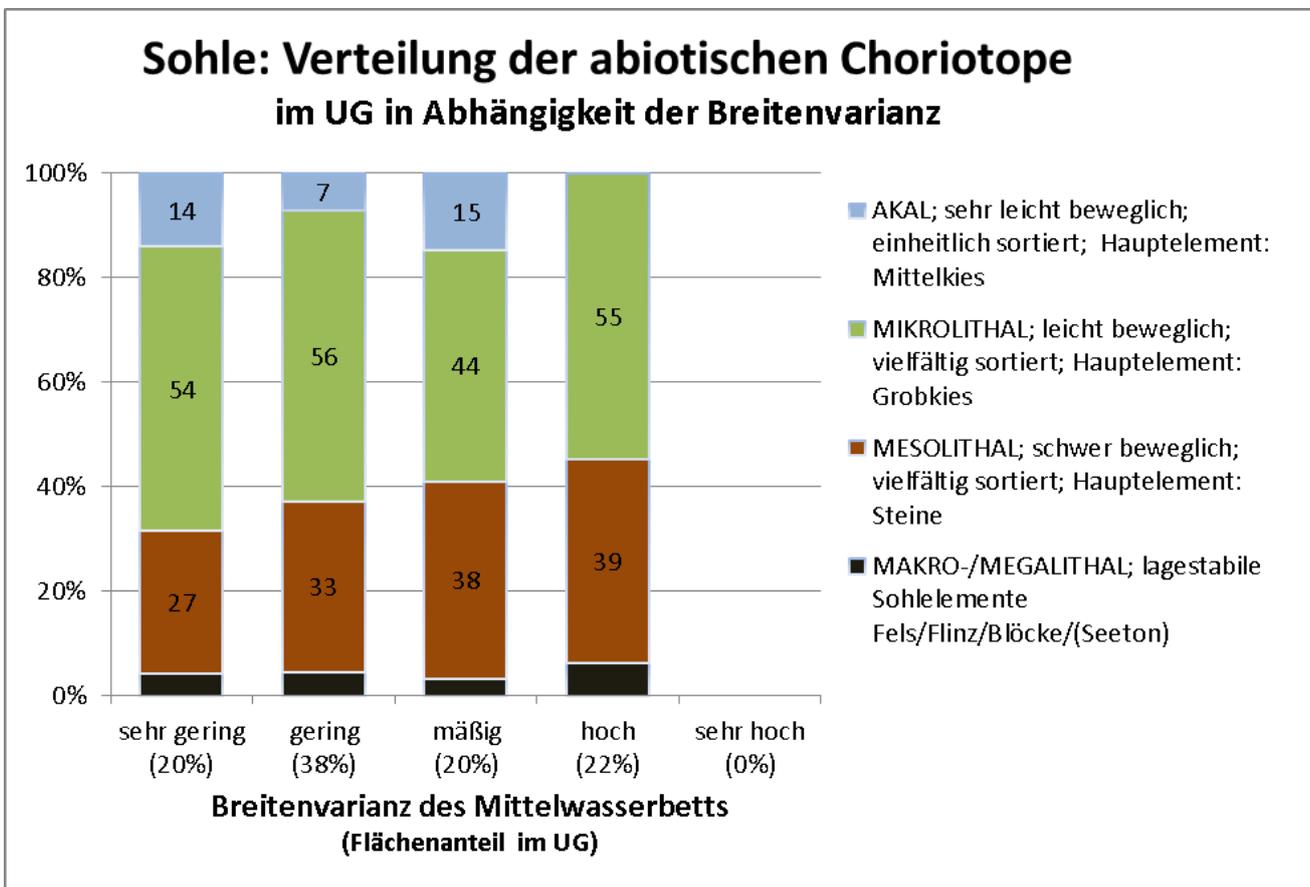
Die im UG vorgefundenen, einheitlich feinkörnigen und dabei viel zu leicht beweglichen Sohlflächen sind hingegen völlig untypisch für einen intakten Voralpenfluss. Potenzielle Fischnährtiere finden dort dauerhaft weder Nahrung noch Lebensraum. Das mindert die Nahrungsgrundlage für Fische und letztlich die fischereiliche Ertragskraft des Gewässers.

Um zu überprüfen, ob das bemängelte Phänomen möglicherweise allein dadurch zustande kommt, dass sich das im Zuge von Stauraumpülungen in das UG eingetragene bzw. das im Unterwasser des Kraftwerks zum Abtransport aufgehäufte und von dort abgetragene Geschiebematerial anfangs im Mittelwasserbett nicht adäquat umsortieren und richtig „einnischen“ kann, wurde das UG in zwei 5km-Abschnitte unterteilt und die darin vorhandenen Verteilungen der Choriotope verglichen. Sofern die These stimmt, sollten sich zwischen den Betrachtungsabschnitten eigentlich klare Unterschiede erkennen lassen. Aus Abbildung 47 geht allerdings hervor, dass dies nicht der Fall ist. Beide Abschnitte unterscheiden sich hinsichtlich der Choriotopverteilung nur unwesentlich.



**Abbildung 47: Flächenanteile der abiotischen Choriotope in zwei Sohlabschnitten des UG**

Auf Basis der erhobenen Daten wurde die flächenbezogene Verteilung der Choriotope daraufhin in Abhängigkeit der Breitenvarianz analysiert (vergl. Abb. 48).



**Abbildung 48: Flächenanteile der abiotischen Choriotope im UG in Abhängigkeit der Breitenvarianz**

Es zeigte sich, dass bedingt durch die vorhandenen Längsverbauungen sowie infolge der fortgeschrittenen Flussbetteintiefung knapp 80% des Mittelwasserbetts nur eine sehr geringe bis mäßige Breitenvarianz aufweisen und das eher einheitlich sortierte, leicht bewegliche Akal ausschließlich in solchen Abschnitten vorzufinden war. Zum Vergleich finden sich im UG Abschnitte mit einer leitbildtypischen, sehr hohen Breitenvarianz leider gar nicht mehr. Bemerkenswert ist jedoch, dass auch schon die 22% der Sohlfläche abdeckenden Abschnitte mit hoher Breitenvarianz kein leicht bewegliches Akal aufwiesen.

**Daraus lässt sich folgern, dass sich dem von Seiten der Fischerei stark bemängelten Phänomen einer zu einheitlich und zu fein sortierten, leicht beweglichen Sohle mit Maßnahmen begegnen ließe, die auf eine Erhöhung der Breitenvarianz abzielen. Ein gezieltes „Aussortieren“ der feinen Körner aus dem von oberstrom mechanisch weitergegebenen Geschiebes wäre hingegen der falsche Ansatz, zumal der Akalanteil (sowie der Psammanteil) darin insgesamt nicht zu hoch ist. Das Fehlen feinerer Fraktionen würde einerseits lokal begrenzt zu einer weiteren Abpflasterung der Sohle führen, andererseits der Isar in ihrem weiteren Verlauf Potenzial für eigendynamische Prozesse entziehen. Beide Auswirkungen wären nicht leitbildkonform.**

Ob die mittlere Körnung des Zugabematerials allerdings ausreicht um auf Basis der zur Verfügung stehenden Geschiebemenge mittelfristig eine generelle Sohlhebung bewirken zu können, ist ein weiteres Thema, das weiter unten (Kap. 3.5.3) behandelt wird.

#### **3.4.2.4 Nebenfließgewässer (Seitenzuflüsse) und deren Anbindung**

##### **Methodik**

Nebenfließgewässer können für die Rekrutierung isartypischer Flussfischarten eine wichtige Rolle spielen. Einige Fischarten laichen bevorzugt in Zubringern. Je nach Temperaturregime und Strukturausstattung fungieren die Nebengewässer für bestimmte Arten auch als Jungfischhabitat. Im UG ist z.B. der Rothbach (Mündung bei Fkm 189,6 links) dafür bekannt, dass dort hinein seit jeher Nasen, Barben und weitere isartypische Fischarten zum Laichen ziehen. Grundsätzlich gilt, dass eine intakte laterale Vernetzung die Chance auf Ausbildung eines leitbildkonformen Fischbestands erhöht.

Im Zuge der Kartierung wurden die Anbindungssituationen sämtlicher für Fische als Lebensraum geeigneter Zubringer analysiert und bewertet. Zudem wurden die mündungsnahen Gewässerstrecken auf ihre Eignung als Lebensraum für isartypische Fischarten hin geprüft und dort ggf. vorhandene Wanderbarrieren erfasst.

##### **Ergebnisse**

Die Ausstattung des UG mit Nebenfließgewässern ist schon von Natur aus eher unterdurchschnittlich. Es wurden insgesamt lediglich 8, darunter 4 eher recht kleine Seitenzuläufe identifiziert, die mit zwei Ausnahmen gut bis sehr gut an die Isar angebunden sind (vergl. Tabelle 7).

**Tabelle 7: Liste der Nebenfließgewässer im UG**

Name	Mündung	Abfluss	Habitate			Anbindung	Wanderbarriere	Kommentar	Abkürzungen/Legende	
	bei Fkm	MQ (ca.)	Laichplatz	Jungfisch	Adult	(WZ 1-5)	Lage		WSP	Wasserspiegel
Walger-Franz-Bach	197,57re	25l/s	Bf, El, Ko	Bf, Hu, Ä, El, Ko	Bf, El, Ko	3	ca. 40m oh Münd.	Zeichen von Belastung: Trübung, organischer Schlamm	UK	Unterkante
Grubenwiesbach (am gelben Felsen)	194,33re	3l/s	Bf, Ai, El, Ko	Hu, Bf, Ai, El, Ko	Ai, Bf, El, Ko	5	keine	wenig Abfluss, aber in Verbindung mit Altwassersystem, viele submerse Makrophyten	li	orografisch links
Auentwässerungs- graben	192,66li	2l/s	Bf, Ko	Bf, Ko	Ko	1	direkt bei Münd.	Quellbach (aus Au und Hangaustritten), teils Strukturreich, Tuffsohle. Mündung über Rohr, UK ca. 55cm über WSP Isar (20m³/s), entwässert auch Altwasser bei Fkm 193,3	re	orografisch rechts
Habichauer Bach	192,13re	150l/s	Bf, Ko, Ä, Sch	Bf, Ko, Hu, Ä	Bf, Ko	5	keine	Sohle kiesig/steinig, klar, kühl, gut strukturiert	Hu	Huchen
Hangquellen in ehem. Nebenarm	189,90re	5l/s	Ai, Ko, El	Hu, Bf, Ai, El, Na, Ba, Ha, Ko, Ä,	Ai, Bf, El, Ko	4	keine	quellklare Tümpelkette, sehr gut strukturiert, viele subm. Makrophyten, mit viel Cyprinidenbrut, evtl. auch Nase (?)	Ä	Äsche
Mühlbach	189,74li	8l/s	Bf, Ko, El	Bf, Ko, El, Ai	Bf, Ko, El	4	keine	stark von Minze/Kresse/andere Makrophyten bewachsen, teils mit breiten Aufweitungen, hart- und weichgründig	Bf	Bachforelle
Rothbach	189,60li	200l/s	Hu, Bf, Ai, Sch, Na, Ba, Ha, El, Ä, Ko	Hu, Bf, Ai, Sch, Na, Ba, Ha, El, Ä, Ko	Bf, Ko, Ai, El, Ha	5	keine	gut strukturiert, hartgründig, unterspülte Ufer, Totholz,	Na	Nase
Zeller Bach (Restwasserstrecke)	188,80re	400l/s	Bf, Hu, Ko, Ä, Ai, Na, Ba, Ha, Sch, El	Bf, Hu, Ko, Ä, Ai, Na, Ba, Ha, Sch, El	Bf, Ko, El, Ai, Ha	5	keine	Restwasserstrecke gut dotiert, sehr gut strukturiert, hartgründig (St/Gk/Mk); Ausleitung mündet über Rohrabrsturz bei Fkm 188,51re;	Ba	Barbe

Ai	Aitel
Ha	Hasel
Sch	Schneider
El	Elritze
Ko	Koppe

Anbindungsdefizite in Mündungsnähe, deren Beseitigung sich anbieten würde, finden sich lediglich beim Walger-Franz-Bach (Rohrdurchlass unter erodiertem Damm aus Betonsteinen) sowie beim Aue-Entwässerungsgraben (Absturz hinter Rohrdurchlass). Die abflussstärkeren Zuläufe sind im Mündungsumfeld bereits gut strukturiert und ausreichend gut angebunden. Insgesamt bieten die Nebenfließgewässer im UG deshalb kein wesentliches Aufwertungspotenzial.



**Abbildung 49: Mündung des Habichauer Bachs**



**Abbildung 50: Mündung des Rothbachs**



**Abbildung 51: Walger-Franz-Bach:  
funktionsloser Rohrdurchlass**



**Abbildung 52: Aue-Entwässerungsgraben:  
Rohrdurchlass mit Absturz in die Isar**

### 3.4.2.5 Sommer-Jungfischhabitate

#### **Methodik**

Grundsätzlich sind in einem Voralpenfluss wie der Oberen Isar mehr oder weniger sämtliche Flachbereiche sowie nicht zu tiefe Gewässerstreifen entlang gut gegliederter Uferlinien potenzielle Standorte für Fischbrut bzw. für Jungfische, die ihr erstes Lebensjahr noch nicht vollendet haben (Altersklasse: 0+). Hier ging es jedoch um die Identifizierung funktionsfähiger Habitate und das jeweils bezogen auf einzelne, dem Leitbild zugeordnete Fischarten.

Funktionsfähige Habitate erkennt man nicht zwingend alleine daran, dass dort Jungfische einer Art punktuell konzentriert auftreten, wenngleich dies zweifellos als guter Hinweis zu werten ist. Speziell in defizitären Gewässern findet man nämlich hohe Brutdichten zeitweise durchaus auch an weniger gut geeigneten Standplätzen. Was für den jeweiligen Fischnachwuchs letztlich aber zählt, ist, ob und inwieweit der Lebensraum auch über Monate hinweg und bei unterschiedlichem Abflussgeschehen die Voraussetzungen für ein möglichst rasches und verlustfreies Fortkommen zu erfüllen vermag. Dazu gehört auch eine gute Verknüpfung mit den zuvor, zwischenzeitlich oder auch erst später benötigten Teillebensräumen (Embryonalentwicklung, Hochwasserschutz, Wintereinstand). Je weniger Ortsveränderungen beim Wechsel zwischen den Teillebensräumen erforderlich sind, desto höher sind die Überlebenschancen bis hin zum adulten Fisch. Für eine korrekte Beurteilung dieser komplexen Zusammenhänge ist Expertenwissen erforderlich, welches sich u.a. durch gezielte und wiederholte Beprobungen vergleichbarer Standorte aneignen lässt. Ein entsprechendes Untersuchungsprogramm wird an der Oberen Isar derzeit vom Landesfischereiverband Bayern durchgeführt und vom Unterzeichneten mit betreut.

#### **Bewertungssystem**

Bewertungen wurden auf 3 verschiedenen Betrachtungsebenen durchgeführt.

Zunächst wurde ein geeignet erscheinendes Jungfischhabitat für sich allein betrachtet und ohne funktionalen Bezug zu anderen Teillebensräumen bewertet. In diese **Einzelbewertung** flossen die Wertzahlen der Faktoren Fläche, Strukturvielfalt, Substratvielfalt, Totholzausstattung und

Verfügbarkeit im Abflussspektrum mit unterschiedlicher Gewichtung ein (Bewertungsschlüssel siehe Anhang). In einem nächsten Schritt wurde die Einzelbewertung in räumlichen Bezug zu der qualitativen und quantitativen Ausstattung des Gewässers mit den vom Nachwuchs zuvor und anschließend benötigten Teillebensräumen gesetzt. Durch die funktionale Verknüpfung des Jungfischhabitats mit Laichplätzen und Wintereinständen (Bewertungsschlüssel siehe Anhang) ergab sich daraus ein Wert für die **Funktionsfähigkeit** des Jungfischhabitats. Schließlich wurde anhand der im UG vorhandenen Standortalternativen die relative **ökologische Bedeutung** abgeschätzt, welche dem jeweils betrachteten Jungfischhabitat für die Ausbildung eines leitbildkonformen Fischbestands innerhalb des UG und auch über dessen Grenzen hinaus zukommt. Ziel dieser Vorgehensweise war, ggf. vorhandene Defizite anhand des Wertevergleichs der 3 Betrachtungsebenen schnell erkennen und daraus möglichst direkt auch effektive Handlungsempfehlungen ableiten zu können. Demnach würde sich z.B. Handlungsbedarf ergeben, wenn die ökologische Bedeutung einen Wert  $\geq 4$  erhalten hat, die Bewertung der Funktionsfähigkeit aber niedriger ausfällt. Aus der Werterelation zwischen Einzelbewertung und Funktionsfähigkeit lässt sich erkennen, mit welchen Maßnahmen sich die höchste Wirkung erzielen lässt. Liegt der Einzelwert des Jungfischhabitats z.B. unter demjenigen der Funktionsfähigkeit, entfaltet eine Aufwertung des eigentlichen Jungfischhabitats die beste Hebelwirkung. Ist die Relation umgekehrt lässt sich die Gesamtsituation eher durch Aufwertung oder Neuschaffung eines derzeit zu schlechten bzw. zu schlecht verknüpften Teillebensraumes verbessern.

**Ergebnisse**

Im UG wurden insgesamt 23 Sommer-Jungfischhabitate identifiziert, von denen 11 in der Einzelbewertung und 6 in der Bewertung der Funktionsfähigkeit die Bewertung 4,0 (gut) oder darüber erhielten (vergl. Tabelle 8). Im Schnitt wurde eine leicht überdurchschnittliche Funktionsfähigkeit (3,65) erreicht, die geringfügig unter der Einzelbewertung (3,73), jedoch um eine halbe Bewertungsstufe unter der ökologischen Bedeutung (4,17) zu liegen kam.

**Tabelle 8: Liste der Sommer-Jungfischhabitate im UG mit Bewertungen**

ID	Lage (Fkm)		Typ	Einzelbewertung	Funktionsfähigkeit	Ökol. Bedeutung	Eignung Fischarten										
	Fkm von bis	Ort					WZ 1 - 5	WZ 1 - 5	WZ 1 - 5	Hu	Ä	Bf	Na	Ba	Ai	Ha	Sch
Jf-1	198,28-197,67	li	NA20m³d	3,50	3,59	4	●	●	●	○	●				○	●	Abkürzungen/Legende
Jf-2	198,00-197,87	re	NA20m³d	2,83	3,09	4	●	●	●							●	GU Gleituferstreifen
Jf-3	197,57-197,28	re	NA20m³d/NFG	4,00	3,82	4	●	●	●							●	HG Hauptgewässer
Jf-4	196,85-196,65	re	HGre/HWBre	3,17	3,41	5	●	●	○	○	●	○				●	HWB Hochwasserbett
Jf-5	196,80-196,50	li	U	2,50	3,36	4	●	●	○							●	NA20m³d Nebenarm bei 20m³/s durchströmt
Jf-6	196,35-196,06	li	HGli/mi	4,50	4,27	5	●	●	●	○	○	●	○	○	●	●	NA20m³nd Nebenarm bei 20m³/s nicht durchströmt
Jf-7	195,85-195,55	re	HWBre/HGre	3,33	3,68	4	●	●	●	●	●	●				●	NFG Nebenfließgewässer
Jf-8	195,61-195,43	li	HGli/HWBli	4,17	3,86	4	●	●	○	○	●	●				●	NG Nebengewässer
Jf-9	195,10-194,95	li	U	3,00	3,23	3	●	●	○				○				U Uferstreifen
Jf-10	194,85-194,75	li	GU	3,50	3,59	4	●	●	●	●	●	●				●	li orografisch links
Jf-11	194,65-194,42	li	U	3,00	3,41	3	●	●			○	○				●	mi mittig
Jf-12	194,45-194,30	re	HWBre/HGre	4,67	3,36	5	●	●	●	●	●	●	●	●		●	re orografisch rechts
Jf-13	194,10-193,85	re	HWBre	4,00	3,00	3	●	●	●	○						●	Hu Huchen
Jf-14	193,30-193,13	re	HGre	3,00	2,45	3	●	●				○				●	Ä Äsche
Jf-15	193,15-192,60	li	HWBre/HGli	4,00	3,00	5	●	●	●			●	●	●		●	Bf Bachforelle
Jf-16	192,40-192,27	li	HGli	3,67	3,77	4	●	●	○	○	○	○				●	Na Nase
Jf-17	191,97-191,75	re	HWBre/HGre	3,00	3,27	3	●	●	○	○	○	○				●	Ba Barbe
Jf-18	191,38-191,05	li	NA20m³d	4,67	4,59	5	●	●	●	●	●	●	●	●		●	Ai Aitel
Jf-19	190,80-190,60	re	U	3,00	3,55	4	●	●								●	Ha Hasel
Jf-20	190,53-189,90	re	HWBre/HGre	4,83	4,55	5	●	●	●	●	●	●	●	●		●	Sch Schneider
Jf-21	189,70-189,50	re	HWBre/HGre	4,33	4,18	5	●	●	●	●	●	●	●	●		●	El Elritze
Jf-22	189,25-189,00	li	U/GU/NA20m³nd	4,50	4,36	5	●	●	●	●	●	●	●	●		●	● gut geeignet
Jf-23	188,75-188,20	li	HWBli/HGli	4,67	4,45	5	●	●	●	●	●	●	●	●		○	○ bedingt geeignet

Bei den Sommer-Jungfischhabitaten lässt sich demnach bereits bei einer generellen Betrachtung ein gewisser Aufwertungsbedarf erkennen, welcher teils bei den eigentlichen Sommerstandorten selbst, teils bei den damit verknüpften Lebensraumtypen und hier insbesondere den Wintereinständen besteht.



**Abbildung 53: Jungfischhabitat Nr. 18 (Jf-18)    Abbildung 54: JF-22**

**mit Mischschwarm aus Cypriniden-Brut**

Betrachtet man die Eignung der Sommerhabitate auf Artenebene, ergibt sich ein wesentlich differenzierteres Bild. **Während die Habitate für die oligo-stenothermen Arten Huchen, Äsche und Elritze praktisch durchweg gut geeignet sind, zeichnen sich für die meso-eurythermen Arten teils erhebliche Defizite ab, die sich vor allem darin begründen, dass das UG den Jungfischen als Folge der Eintiefung kaum noch Wasserkörper zu bieten hat, welche im Sommer regelmäßig deutlich über dem Mischwert des Hauptgewässers liegen.** Unter den hiervon betroffenen Arten am besten weg kommt dabei noch die weniger anspruchsvolle Fischart Aitel. Je weiter flussaufwärts man im UG geht, desto schlechter stellt sich die Situation für die meso-eurythermen Arten dar. Innerhalb des Fischereirechtes des Fischereivereins Bad Tölz offenbaren sich diesbezüglich besonders eklatante Defizite.

Auch für den Nachwuchs der oligo-stenothermen Bachforelle bestehen im gesamten UG hohe Defizite bei den Sommerstandorten. Bachforellen haben einen sehr starken Strukturbezug. Junge Bachforellen beanspruchen kleine Reviere in ufernahen, möglichst gut strukturierten Flachzonen, die in der Isar aber nur in kleinen Nebenarmen und Nebenfließgewässern - abseits dichter Bestände an größeren Huchen - erfolgreich besiedelt werden können. Der Verlust solcher Strukturen führte in der Isar zwangsläufig zum Rückgang der Bachforelle, die eine zu starke Überlappung ihres Lebensraumes mit demjenigen ihres natürlichen Fressfeindes, dem Huchen nicht gut verträgt.



**Abbildung 55: versteckreicher Nebenarm im Sommer mit Mischschwarm aus Jungfischen von Forelle, Huchen, Äsche und Aitel**

#### 3.4.2.6 Wintereinstände für Jungfische

##### Methodik

Mit Ausnahme der Äsche halten sich die Nachwuchsjahrgänge sämtlicher Leitbild-Fischarten im Winterhalbjahr bevorzugt in oder in unmittelbarer Nähe von teils massiven Schutzstrukturen auf. Und selbst ein kleiner Teil der Jungäschen verhält sich ebenso, sofern entsprechende Strukturen vorhanden sind und noch Platz bieten. Erst mit dem vermehrten Auftreten fischfressender Tauchvögel (Kormoran, Gänsesäger) offenbarten sich in den Äschenregionen der Voralpenflüsse, aber auch an anderen Fließgewässern die erheblichen Defizite an entsprechenden Strukturen, die speziell auch bei winterlichen Niedrigabflüssen noch verfügbar sein müssen um ihre Schutzfunktion erfüllen zu können.

Wie solche Wintereinstände an der Oberen Isar aussehen und vor allem auch wo exakt sie sich innerhalb des Hochwasserbetts befinden, wird derzeit in einer vom LFV Bayern in den naturnah bis natürlich erhalten gebliebenen Verzweigungsstrecken der Ascholdinginger Au sowie der Pupplinger Au durchgeführten Studie untersucht. Dabei zeigte sich, dass massive Totholzverklausungen, die sich entweder im Strömungsschatten der Hauptrinne (z.B. Altarmmündung) oder in teils nicht mehr durchströmten, jedoch zumindest aus dem Hyporheal mit Frischwasser versorgten Seiten- bzw.

Altarmen befinden konnten, regelmäßig sowohl die höchste Arten- als auch die höchsten Individuendichten aufweisen.



**Abbildung 56: hochwertiger Wintereinstand  
mit Anbindung an die Hauptrinne  
(Pupplinger Au)**



**Abbildung 57: Wintereinstand im Hoch-  
wasserbett ohne Anbindung bei  
Niedrigabfluss (Pupplinger Au)**

In funktionsfähigen Standorten überwintern oft gleichzeitig die Juvenilstadien der Arten Huchen, Äsche, Bachforelle, Nase, Barbe, Aitel, Hasel sowie die Kleinfischarten Schneider und Elritze. Selbst Koppfen und Schmerlen finden sich dort.



**Abbildung 58: Elektrofischung eines hoch-  
wertigen Wintereinstands (Pupplinger Au)**



**Abbildung 59: Huchen, 1-sömmrig**



**Abbildung 60: Äsche, 1-sömmrig**



**Abbildung 61: Bachforelle, 1-sömmrig**



**Abbildung 62: Nase, 3-sömmrig**



**Abbildung 63: Nase, 2-sömmrig**



**Abbildung 64: Barbe, 1-sömmrig**



**Abbildung 65: Aitel, 3-sömmrig**



**Abbildung 66: Hasel, adult**



**Abbildung 67: Schneider, adult**



**Abbildung 68: Schmerle, adult**



**Abbildung 69: Mühlkoppe, adult**

Die Größen- und Artenverteilung der Bewohner ist sehr variabel und u.a. abhängig von der Lückenraumvarianz, der Tiefe, der Anbindungssituation und der Frischwasserzufuhr. Bachforellen und Schneider findet man z.B. eher selten in gering oder nicht durchströmten Totholzstrukturen. Als äußerst dicht und artenreich besiedelte Wintereinstände erweisen sich übrigens regelmäßig auch Biberburgen, die meist ein besonders breites Spektrum an Lückenräumen aufweisen und vom Biber im ureigensten Interesse genau dort platziert werden, wo mit einer ganzjährigen Bespannung zu rechnen ist. Totholzansammlungen in der richtigen Ausprägung und in geeigneter Position sind an unseren mit Längs- und Querbauwerken meist reichlich versehenen Flüssen heute echte Mangelware. Es ist davon auszugehen, dass das Defizit an geeigneten Wintereinständen ein Hauptfaktor für den Rückgang oder gar das völlige Verschwinden vieler flusstypischer Arten ist. Davon in besonders hohem Maße betroffen ist die Fischart Nase, deren Nachwuchs die Hohlräume in steinverbauten Ufern als Ersatz-Wintereinstand kaum annimmt.

Basierend auf den jüngsten Untersuchungsergebnissen wurden die Wintereinstände nach gleichem Muster wie die Sommer-Jungfischhabitats kartiert und bewertet.

**Bewertungssystem**

Zunächst wurde ein geeignet erscheinendes Winterhabitat für sich allein, also ohne funktionalen Bezug zu anderen Teillebensräumen bewertet. In diese **Einzelbewertung** flossen die Wertzahlen der Faktoren Fläche, Volumen, Substratvielfalt, Lückenraumvielfalt, Austrocknungsrisiko, Frischwasserversorgung und Anbindung in unterschiedlicher Gewichtung ein (Bewertungsschlüssel siehe Anhang). In einem nächsten Schritt wurde die Einzelbewertung funktional verknüpft mit dem zuvor benötigten Sommer-Jungfischhabitat (Bewertungsschlüssel siehe Anhang). Daraus ergab sich ein Wert für die **Funktionsfähigkeit** des Winterzustands. Schließlich wurde anhand der im UG vorhandenen Standortalternativen die relative **ökologische Bedeutung** abgeschätzt, welche dem jeweils betrachteten Winterhabitat für die Ausbildung eines leitbildkonformen Fischbestands innerhalb des UG und über dessen Grenzen hinaus zukommt.

**Ergebnisse**

Insgesamt wurden lediglich 14 funktionsfähige Winterzustände identifiziert, die sich innerhalb des UG noch dazu sehr ungleichmäßig verteilen. Im Fischereirecht des Fischereivereins Bad Tölz fanden sich nur 9 solcher Strukturen, von denen die obersten beiden seit dem Sommerhochwasser 2014 aber bereits schon nicht mehr existieren. Insofern stehen dem Fischnachwuchs seither rechnerisch pro Fkm lediglich noch 0,8 Winterzustände zur Verfügung. Und nur 2 dieser Strukturen wurden mit 4,0 oder besser bewertet. Zwischen den Habitaten WI-7 und WI-8 findet sich über eine Isar-Strecke von 3,2km Länge sogar überhaupt kein Winterzustand. Das ist entschieden zu wenig. Insgesamt erreichten 6 in der Einzelbewertung und nur 7 in der Bewertung der Funktionsfähigkeit die Wertzahl 4 (gut) oder darüber (vergl. Tabelle 9). Im Schnitt wurde bei den wenigen vorhandenen Strukturen immerhin eine überdurchschnittliche Funktionsfähigkeit (3,86) erreicht, die wertmäßig in etwa mit der Einzelbewertung (3,85) übereinstimmt und nur um 0,2 Wertstufen unter der ökologischen Bedeutung (4,07) zu liegen kommt.

**Tabelle 9: Liste der Winterzustände für Jungfische im UG mit Bewertung**

ID	Lage (Fkm)		Typ	Einzelbe-	Funktions-	Ökol. Bedeutung	Eignung Fischarten										Abkürzungen/Legende	
	von	bis		Ort	WZ 1 - 5		WZ 1 - 5	WZ 1 - 5	Hu	Ä	Bf	Na	Ba	Ai	Ha	Sch		El
Wi-1	198,63-198,61	li	NG li	BAkü/UFGu	3,17	2,44	2	○			○	○	●	●		●	AA	Altarm (bei MQ nicht durchströmt)
Wi-2	197,99-197,84	li	NA li	THLu/UFGu	3,17	3,36	3	●	○	●	●	●	●	●	●	●	BA	Baum
Wi-3	197,50-197,40	re	NA re	Puv:UFGu/THLu	3,33	3,72	4	●	○	○	○	○	○	○	○	○	BI	Biberbau
Wi-4	196,48-196,47	li	HG li	BlIn/BlA	4,33	4,14	5	●	○	●	●	●	●	●	●	●	HG	Hauptgewässer
Wi-5	196,27 - 196,26	li	Na li	UFGu/THLu/WWu	3,33	3,81	5	●	○	○	○	○	○	○	○	○	NA	Nebenarm
Wi-6	195,65-195,55	re	HGre	Pv:UFGu/THLu	3,50	3,72	4	●	○	○	○	○	○	○	○	○	NG	Nebengewässer
Wi-7	194,52-194,42	li	HGli	UFGu	3,50	3,67	3	●	○	○	○	○	○	○	○	○	P	Prallufer
Wi-8	191,16	li	NA li	THLu/UFGu/UFSu/WWu	4,17	4,39	5	●	○	○	○	○	○	○	○	○	STN	Steinnest
Wi-9	190,53-190,48	re	HGre	BlIn/BlA	3,67	3,78	3	●	○	○	○	○	○	○	○	○	STN-TH	Kombi Steinnest Totholz
Wi-10	189,94	li	HGli	THLu	4,50	4,11	3	●	○	○	○	○	○	○	○	○	THL	Totholzlager
Wi-11	189,90	re	HGre/AAre	THLu	3,67	4,08	5	●	○	○	○	○	○	○	○	○	UFG	Ufergehölz
Wi-12	189,58-189,53	li	HGli	THLu/UFGu/UFSu/WWu/ STN-TH	5,00	4,39	5	●	○	○	○	○	○	○	○	○	UFS	Ufersubstrat
Wi-13	189,20-189,15	li	HGli	THLu	4,33	4,14	5	●	○	○	○	○	○	○	○	○	WW	Wurzelwerk
Wi-14	188,6-188,55	li	HGli	UFGu/THLu/WWu	4,17	4,22	5	●	○	○	○	○	○	○	○	○	a	alt
					3,85	3,86	4,07										kü	künstlich angelegt/eingebracht
																	li	orografisch links
																	n	neu
																	re	orografisch rechts
																	u	unterspült
																	uv	unverbaut
																	●	gut geeignet
																	○	bedingt geeignet

Demnach ergibt sich für die bereits bestehenden Habitats, insgesamt betrachtet, nur noch ein eher geringes Aufwertungspotenzial, wenngleich dies in Einzelfällen, so z.B. bei Wi-5 durchaus sinnvoll erscheint. Wenn man einmal von der Äsche absieht, die im Winterhalbjahr nur in geringem

Ausmaß Schutzstrukturen gezielt aufsucht, zeigt sich, dass die wenigen vorhandenen Winterhabitate den weiteren Leitbildarten, mit Ausnahme der Nase, recht gute Überwinterungsmöglichkeiten bieten, wenngleich sie sich in Bezug auf Struktur, Lückenraum und Lage zu wenig variabel zeigen. Eine deutlich höhere Vielfalt wäre hier sehr wünschenswert.

**Das Hauptdefizit bei den Wintereinständen liegt eindeutig in der viel zu geringen Häufigkeit. Die wenigen existierenden Strukturen reichen bei weitem nicht aus, um den zum Aufbau und Erhalt eines leitbildkonformen Fischbestandes benötigten Nachwuchs in ausreichender Zahl schadlos über den Winter zu bringen. Hieraus leitet sich dringender Handlungsbedarf ab.**

### **3.4.2.7 Standplätze Adulthuchen**

#### **Methodik**

Ein zentraler Kritikpunkt, der vom Fischereiberechtigten in Zusammenhang mit der praktizierten Geschiebeweitergabe geäußert wurde, ist der Verlust von Fischstandplätzen infolge Kolkverfüllung bzw. Monotonisierung der Sohle. Von Kolkverfüllungen besonders betroffen sind vorwiegend die größeren Fische, da diese als Standort die eher tiefen Gewässerzonen bevorzugen. Verschlechtern sich solche Standorte oder gehen diese ganz verloren, kann dies also speziell bei



**Abbildung 70: Hucheneinstand mit fortschreitender Verfüllung durch Kies (Fkm 196,5)**

fischereilich genutzten Fischgrößen zu einem Bestandsrückgang führen. Finden diese Fische keinen adäquaten Alternativstandort, oder ist dieser bereits zu dicht besiedelt, weil er in Relation

zum Nahrungsangebot nicht häufig genug vorkommt, wandern sie vermehrt ab. Dies betrifft in besonderem Maße frisch besetzte Fische und im UG damit speziell auch die Fischart Regenbogenforelle, die sich im Vergleich zum natürlichen Fischbestand ohnehin schwerer damit tut, sich in der „Wildnis“ zurechtzufinden.

Dass es im UG seit Beginn der Staulegungen unter dem Strich eher zu Kolkauffüllungen bzw. zum Verlust von sog. Übertiefen gekommen ist, ist unumstritten und weiter oben bereits dargestellt. Inwieweit sich dies allerdings auf den Bestand fischereilich nutzbarer Fische ausgewirkt hat, lässt sich nur grob abschätzen. Als relatives Maß hierfür wurde die Ausstattung des UG mit potenziell für Großhuchen (Längen  $\geq 90\text{cm}$ ) geeigneten Standorten (Revieren) erfasst. Huchen können auch im UG bis zu 140cm lang werden. In der Isar sind sie i.d.R. bereits über 70cm, teils sogar schon über 80cm lang, bevor sie erstmals ablaichen. Erst mit einer Länge von 90cm haben sie das staatliche Schonmaß und damit eine fischereilich nutzbare Größe erreicht. Spätestens ab dieser Größe sind sie in ihrem Revier dann zwingend auf ausreichend tiefe Gewässerzonen und/oder unterspültes Ufergehölz/Totholz angewiesen, wohin sie sich für die Dauer inaktiver Phasen zurückziehen. Sind die Reviere weitläufig genug, können sie durchaus mehrere große Huchen zugleich beherbergen.

### **Bewertungssystem**

Auf Basis von Expertenwissen wurden Huchenreviere identifiziert und die Anzahl der Großhuchen (Länge  $\geq 90\text{cm}$ ) geschätzt, die darin Platz finden können. Es erfolgte jeweils eine **Habitatbewertung**, in welche die Wertzahlen der Faktoren Fläche, Tiefe, Volumen und Nahrungsraum gleichgewichtet einfließen (Bewertungen siehe Anhang). Anhand von Querprofilaufnahmen sowie gestützt auf Angaben der Fischereiberechtigten (Herr Gilgenreiner, Herr Haff) wurde zudem versucht, die Revierausstattung, welche Anfang der 1990er Jahre, d.h. vor Beginn der Geschiebepflichtung vorhanden war, zu rekonstruieren und nach gleicher Methode zu bewerten.

### **Ergebnisse**

Im UG wurden im IST-Zustand 26 Reviere mit einer mittleren Bewertung von 3,7 identifiziert, die Platz für insgesamt 45 Großhuchen bieten (vergl. Tabelle 9). Bezogen auf das Fischereirecht des Fischereivereins Bad Tölz ergeben sich 21 Reviere (mittlere Bewertung: 3,6) mit Platz für 36 Großhuchen.

Für die Zeit vor Beginn der Geschiebepflichtung wurde zwar dieselbe Anzahl an Revieren ermittelt, die im UG aber eine mittlere Bewertung von 4,1 (Bad Tölz: 4,0) erhielt und Platz für 58 (Bad Tölz: 47) Großhuchen bot.

Im Vergleich zu 1990 hat sich die Anzahl der potenziellen Huchenstandplätze im Fischereirecht Bad Tölz also um 11 Stück und damit um ein knappes Viertel verringert. Auch die mittlere Bewertung der Reviere hat sich um 0,4 Wertstufen, d.h. etwa um 10% verschlechtert. Dies bedeutet aber nicht zwingend, dass der Großhuchenbestand heute tatsächlich um ein Viertel geringer ist als vor 20 Jahren, zumal nicht sicher ist, dass die Reviere immer mit der maximalen Stückzahl besetzt waren bzw. sind.

**Tabelle 10: Liste der Reviere für Großhuchen heute und vor der Geschiebeweitergabe**

ID	Lage (Fkm)		Typ	IST-Zustand		1990		
				Platz für Huchen	Habitat-Bewertung	Platz für Huchen	Habitat-Bewertung	
				n	WZ 1 - 5	n	WZ 1 - 5	
Hu-1	199,04-198,94	HG mi/re	Wehrkolk	3	4,75	3	4,75	<b>Abkürzungen/Legende</b>
Hu-2	198,17-198,08	HGre	P(v): RI/THL(u)/UFG(u)	2	3,50	3	4,25	BI Biberbau
Hu-3	197,85-197,75	HGre	P(v): RI	2	3,00	2	3,00	HG Hauptgewässer
Hu-4	197,68-197,65	HGre/mi	P(v): THL(u)/UFG(u)/K	1	3,50	2	4,00	K Kolk
Hu-5	196,65 - 196,39	HGli/mi	P(u)(v)/SOS(g)(nat):RI/BI(u)	2	3,75	3	4,50	P Prallufer
Hu-6	196,15-196,05	HGre	P(u)(v):RI/UFG(u)	1	2,75	2	3,25	RI tiefe Rinne
Hu-7	195,36-195,15	HGli	U(u)(v)/SOS(g)(nat):RI/K	2	4,00	3	4,75	NFG Nebenfließgewässer
Hu-8	194,85-194,77	HGre	P(v):RI	1	3,50	2	4,25	NG Nebengewässer
Hu-9	194,30-194,03	HGre	P(u)(v)/SOS(g)(nat)/P(v):RI/K	3	5,00	3	5,00	U Uferstreifen
Hu-10	194,01-193,93	HGli	P(v):RI	1	3,00	1	3,00	SOS Sohlstruktur
Hu-11	193,66-193,61	HGli/mi/re	SOS(g)/U(u)(v)/P(v):RI	1	3,25	1	4,00	THL Totholzlager
Hu-12	193,45-192,21	HGli/mi/re	SOS(g)/P(v):RI	2	4,25	3	4,50	UFG Ufergehölz
Hu-13	193,07-193,04	HGre	P(v):UFG(u)/RI	1	2,50	1	3,25	e erodiert
Hu-14	192,83-192,78	HGre	U(u)(v)/SOS(g)(nat):RI/UFG(u)	1	2,75	1	2,50	g grob/felsig
Hu-15	192,6-192,49	HGli	P(v)/SOS(g)(nat):RI	2	3,75	2	4,00	kü künstlich angelegt/eingebracht
Hu-16	192,34-192,31	HGre	P(u)(v):UFG(u)	1	3,00	1	3,00	li orografisch links
Hu-17	192,00-191,80	HGli	P(v):RI	1	3,00	2	3,50	mi mittig
Hu-18	191,60-191,45	HGli/re	U(u)(v)/SOS(g)(kü)(e)/P(v)(e)	2	4,25	3	5,00	nat natürlich
Hu-19	191,40-191,20	HGre	U(u)(v)/U(v)(e):RI/THL(u)	1	3,25	2	3,50	re orografisch rechts
Hu-20	191,00-190,85	HGre/mi	P(u)(v)/P(v)(e)/SOS(g)(kü)(e):RI/K	2	4,50	3	5,00	u unterspült
Hu-21	190,20-189,85	HGli/mi	P(u)(v):THL(u)/UFG(u)/RI	4	4,50	4	4,50	uv unverbaut
Hu-22	189,87-189,71	HGre/mi	P(u)(v):RI	2	4,50	3	4,75	v verbaut
Hu-23	189,68-189,50	HGli	P(u)(v):THL(u)/UFG(u)/RI/K	3	4,50	3	5,00	
Hu-24	189,40-189,22	HGli	P(u)(v):THL(u)/UFG(u)/RI/K	2	4,00	2	4,75	
Hu-25	189,09-188,93	HGre/mi	P(v)/SOS(g)(nat):RI	1	3,25	1	3,25	
Hu-26	188,90-188,74	HGre	P(v):RI/UFG(u)	1	3,50	2	4,00	

Vor diesem Hintergrund, aber auch unter der Annahme, dass zugleich die Nahrungsgrundlage für den Huchen zurückgegangen ist, ist aber durchaus denkbar, dass sich die Fangmöglichkeiten des Huchens seit Beginn der Geschiebeweitergabe im UG verschlechtert haben. Anhand einer Auswertung der Huchenfänge seit 1980 kann diese Annahme zunächst auch bestätigt werden. Vergleicht man nämlich die mittlere jährliche Entnahmestückzahl aus der Zeitreihe 1980 bis 1995 (Periode mit grober, stabiler Sohle ganz ohne bzw. ohne wesentlichen Einfluss durch Geschiebeweitergaben) mit derjenigen zwischen 1996 und 2013 (zunehmender Einfluss durch Geschiebeweitergaben) ist diese im Fischereirecht des BFV Bad Tölz um rund 15% zurückgegangen. Im unten direkt anschließenden Fischereirecht (BFV Wolfratshausen) ist die Entnahmezahl hingegen konstant geblieben. Im übernächsten Fischereirecht (Die „Gesplißten“) hat sie sich wiederum um ca. 11% vermindert. Misst man die heutigen Fischereimöglichkeiten also an denjenigen der 1980/90er Jahre, lässt sich bezogen auf die entnommene Stückzahl auch bei der Zielart Huchen durchaus eine Verschlechterung erkennen. Wie schon weiter oben angeführt, fiel der fischereiliche Niedergang bei anderen Zielfischarten (Äsche, Bachforelle, Nase, Barbe), die zudem wesentliche Anteile im Beutespektrum des Huchens ausmachen, jedoch noch weit stärker aus. Da sich diese Rückgänge in allen Voralpenflüssen nahezu gleichzeitig vollzogen haben, können sie im UG allenfalls zu einem geringen Anteil dem isarspezifischen Einflussfaktor „Geschiebeweitergabe“ angelastet werden.

Zweifellos lagen in den 1980/90er Jahren aus fischereilicher Sicht noch sehr attraktive Verhältnisse vor, denen die Angelfischer bis heute nachtrauern. Doch darf diese Situation nicht als Referenzzustand herangezogen werden. Damals war die Isar aufgrund unnatürlicher Sohlverhältnisse nämlich unverhältnismäßig reichhaltig mit sehr lagestabilen Standorten für große, fangfähige Fische ausgestattet. Zugleich befanden sich die Nährstofffracht und damit die

Nährtierproduktion auf einem unnatürlich hohen Niveau und gleichzeitig spielte der Fraßdruck durch fischfressende Wasservögel noch keine bedeutende Rolle. Zwar funktionierte die natürliche Reproduktion der Kieslaicher zu dieser Zeit schon nicht mehr adäquat, aber mittels Besatz ließ sich unter den damals gegebenen Bedingungen dennoch ein unnatürlich hoher, fischereilich sehr attraktiver Salmonidenbestand aufrecht erhalten. Eine besonders krasse Veränderung der fischereilichen Möglichkeiten hat sich in dem direkt unterhalb der Staustufe Bad Tölz gelegenen Isarabschnitt (heute „Opferstrecke“ genannt) ergeben. Denn hier kam früher zusätzlich ein für Kraftwerks-Unterwasser typischer Konzentrationseffekt von fangfähigen Fischen zum Tragen und dies insbesondere, solange noch keine Fischaufstiegshilfe vorhanden war (Inbetriebnahme 2005). Inzwischen werden dort regelmäßig große Mengen Geschiebe eingebracht bzw. maschinell verlagert, was im Eingriffsbereich zu einer nachhaltig wirkenden Beeinträchtigung des vorhandenen Fischbestands und der davon direkt abhängigen fischereilichen Qualität führte.

**Auch wenn sich so mancher Angelfischer die „alten Zeiten“ zurück wünscht, kann der Referenzzustand aus fischereilicher Sicht nur der dem Leitbild angenäherte, möglichst natürliche Gewässerzustand sein, mit dem sich darin befindlichen Fischarteninventar und einer daran angepassten Fischdichte bei entsprechender Größen- und Altersklassenverteilung. Der infolge negativer Sohlentwicklungen vormals unnatürlich hohe Anteil fangfähiger Fische, die in tiefen, ausgezehrten Gumpenstrukturen vielfältige Einstandsmöglichkeiten fanden, kann im Hinblick auf die Erfordernisse einer natürlichen Arterhaltung und im Sinne der fischereilichen Hege nicht als fischereiliches Ziel aufgefasst werden.**

Welchen Einfluss eine sich verändernde Gewässermorphologie vom dynamischen, mehrfach verzweigten Flusslauf hin zu einer bis zu den Grobstrukturen des Tertiärs eingetieften Abflussrinne auf den Huchenbestand der Isar und dessen fischereilichen Nutzung hatte, lässt sich sehr gut aus der bis ins Jahr 1938 lückenlos zurückreichenden Fangstatistik der seither durchgängig von den „Gesplißten“ in Pacht befindlichen Isarstrecke ablesen. Hierzu wurden drei Zeitperioden miteinander verglichen. Periode 1 (1938-1967): weitgehend natürlich erhalten gebliebener, verzweigter Flusslauf. Periode 2 (1968-1995): Phase rasch voranschreitender Sohleintiefungen, Trockenfallen von Nebenarmen, Abflussfestlegung in einer Hauptrinne. Periode 3 (1996-2013): Phase einer insgesamt wieder langsamer voranschreitender Eintiefungen in der bereits weitgehend festgelegten Hauptrinne, punktuell aber weiter stark zunehmende Tiefenentwicklung in bestehenden Kolken/Kolkritten.

Aus Abbildung 71 wird ersichtlich, dass die Huchen früher im Schnitt bei weitem nicht so großwüchsig waren wie heute. Damals wurden zwar mehr, dafür aber wesentlich kleinere Individuen erbeutet. Ein Huchen jenseits der 6kg-Klasse zählte schon zu den kapitalen Fängen. Mit durchschnittlich 9,8kg sind die entnommenen Huchen heute gegenüber Periode 1 weit mehr als doppelt so schwer. Dies lässt sich nur zum Teil mit einer veränderten Entnahmepolitik (z.B. angehobenes Schonmaß) erklären. Denn wäre dies der einzige Grund, hätte das Gesamtgewicht nicht ansteigen dürfen, wie es der Fall ist, sondern eher abnehmen müssen (gemäß der Gesetzmäßigkeit, dass mit steigendem Durchschnittsgewicht der entnommenen Individuen die Ertragskraft einer fischereilich genutzten Population fällt). Tatsächlich haben sich die Fänge äußerst kapitaler Huchen jenseits der 20kg Gewichtsklasse in der Oberen Isar aber gerade in den letzten 10 Jahren stark gehäuft. Allein in der Fangsaison 2014/15 wurden zwischen Bad Tölz und Wolfratshausen mindestens 4 Huchen erbeutet, die jeweils zwischen 130 und 140cm lang und über 20kg schwer waren. Fänge derart kapitaler Huchen gab es in der Gesplißtenstrecke vor 2006

überhaupt nicht. Auch in den Tölzer und Wolfratshauer Strecke kamen solche Fänge, wenn überhaupt, so selten vor, dass man sie an einer Hand abzählen kann.

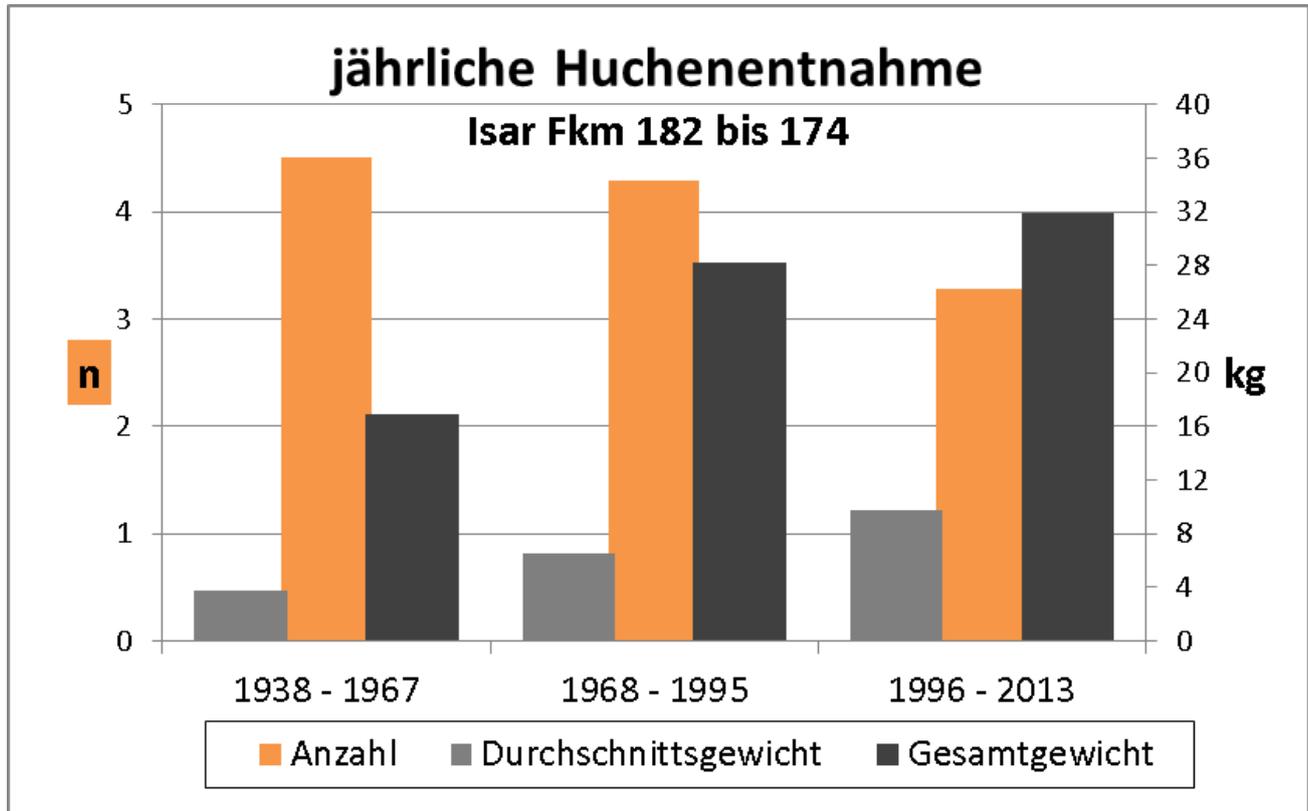


Abbildung 71: Huchentfangstatistik aus der „Gesplißten“-Isarstrecke

Alle Indizien weisen darauf hin, dass die Alterspyramide der Huchenpopulation in der Oberen Isar heute wesentlich schmäler ist, als dies im Naturzustand einst der Fall war, d.h. es gibt heute weniger Individuen, die im Gegenzug aber deutlich größer werden können. Dies passt sehr gut mit den strukturellen Veränderungen im Flussbett zusammen. Im Verhältnis zur guten Ausstattung mit Laichplätzen, Jungfisch-Sommer- und Winterhabitaten waren die von adulten Huchen bevorzugten, tiefen Standplätze früher eher unterrepräsentiert. Heute ist es genau umgekehrt: Während es an Sommer- und insbesondere an Winterhabitaten für Jungfische teils erheblich mangelt, finden sich geeignete Standplätze für Großhuchen nun wesentlich häufiger als früher. Hat es ein Huchen also bis zu einer vor Fressfeinden weitgehend geschützten Körpergröße geschafft, kann er auf sehr günstige Lebensraumbedingungen zurückgreifen, die allerdings nur teilweise leitbildkonform sind.

Vor diesem Hintergrund ist die seit Einfluss der Geschiebeweitergabe im Bad Tölzer Fischereirecht eingetretene Minderung der Entnahmestückzahl differenzierter zu bewerten. Leider wurden vom Fischereiverein Bad Tölz für die Zeit vor dem Jahr 2000 keine Gewichtsangaben zu den entnommenen Huchen vorgelegt. Es ist jedoch mit relativ hoher Sicherheit davon auszugehen, dass das mittlere Entnahmegewicht auch im Tölzer Fischereirecht, ähnlich wie bei den beiden Unteranliegern, von wo entsprechende Daten geliefert wurden, angestiegen ist. Trotz geringerer Entnahmestückzahl dürfte also auch hier das jährliche Gesamtentnahmegewicht und damit der Huchenertrag wohl eher noch zugenommen haben. Trotz des nachweislich eingetretenen Verlusts von Standplätzen ist das rund 9 km lange Revier, das heute Platz für 36 Großhuchen (4 Huchen  $\geq$  6kg pro km) bietet, im Vergleich zu anderen gut strukturierten Huchenflüssen immer noch als gut

ausgestattet zu bezeichnen. Untersuchungen im Unterlauf der Pielach, einem der bekanntesten und am dichtest besiedelten österreichischen Huchenflüsse, erbrachten dort einen Bestand von etwa 25 Huchen pro km, von denen 8 Individuen 3 kg oder mehr wiegen (Schmutz et al. 2002). Der Huchenbestand in der Oberen Isar, so auch im Tölzer Fischereirecht, dürfte derzeit in einer ähnlichen Größenordnung liegen.

Der besatzgestützten Fischart Regenbogenforelle, der aus fischereilicher Sicht, nicht jedoch im Leitbild, große Bedeutung beikommt, dürften die Kolkauffüllungen bzw. der Verlust von sog. Übertiefen allerdings größere Probleme bereiten als dem Huchen. Werden die fangfähigen Exemplare dadurch doch zunehmend gezwungen sich an den verbliebenen guten Standorten zu konzentrieren, was sie wiederum gegenüber ihrem Hauptfressfeind, dem Huchen verwundbarer macht, dessen Reviere sich mit den Standorten der Forellen auch noch zunehmend überschneiden.

**Das Dilemma für die fischereiliche Nutzung liegt darin, dass sich der ökologische Vorteil für die Isar und deren leitbildkonformen Fischbestand, den man sich auf lange Sicht von der seit Anfang der 1990er Jahre praktizierten Geschiebeweitergabe verspricht, auf fischereilicher Ebene noch nicht positiv sondern - zumindest bislang - sogar eher nachteilhaft ausgewirkt hat. Mittelfristig wird sich daran vermutlich auch nicht viel ändern, solange am Gewässer nicht zusätzlich weitere Maßnahmen ergriffen werden, welche der Isar möglichst rasch wieder zur Ausbildung einer leitbildkonformen Strukturausstattung und damit zu einem besseren Fischbestand verhelfen.**

### **3.5 Das Konzept der Geschiebeumsetzung: Theorie und Praxis**

Zu den Möglichkeiten einer Geschiebebewirtschaftung der Isar liegt eine umfassende, bislang unveröffentlichte Studie („Kortmannstudie“) des Bayrischen Landesamtes für Umwelt vor (Kortmann & Grebmayer 2000). Ergänzt wird der darin befindliche Erkenntnisstand durch die Ergebnisse mehrerer Gutachten sowie Forschungsarbeiten zu den Themen Sedimentmanagement und Stauraumpülung (z.B. Hartmann 2006). Vorrangiges Ziel der Geschiebebewirtschaftung ist, der voranschreitenden Eintiefung der frei fließenden Isar zwischen Sylvensteinspeicher und Landshut zu begegnen und sich dem Leitbild und den Entwicklungszielen für die Isar von der Landesgrenze bis Landshut anzunähern. Von der Geschiebebewirtschaftung soll also nicht nur das UG profitieren, sondern ein insgesamt mehr als 150km langes, zusammenhängendes Gewässerband, das mit nur wenigen Unterbrechungen aus freifließenden Abschnitten bzw. Restwasserstrecken besteht.

An dieser Stelle werden die theoretischen und teils in Geschiebezugabe-Versuchen überprüften Grundannahmen zum Feststoffhaushalt und den darauf aufbauenden Empfehlungen zur Geschiebebewirtschaftung mit Fokus auf das UG zusammen gefasst.

### **3.5.1 Geschiebe- und Schwebstofffracht früher und heute**

In den Studien wird davon ausgegangen, dass die natürliche jährliche Geschiebefracht der Isar auf Höhe des Sylvensteinspeichers bei etwa 80.000 bis 85.000 m<sup>3</sup> gelegen hat. Die aufgrund anthropogener Eingriffe in die Morphologie und das Abflussgeschehen entsprechend verminderte Geschiebefracht wird heute zu rund 2 Dritteln von der Isar, zu rund einem Viertel von der Dürzach und der Rest von der Walchen beigesteuert.

Vor den Eingriffen in das Flussregime betrug die Geschiebefracht der Isar auf Höhe Lenggries etwa 90.000 m<sup>3</sup>/a. Auf Höhe Bad Tölz dürften es etwa 100.000m<sup>3</sup>/a gewesen sein. Ohne Maßnahmen einer Geschiebepflichtung stünde der Isar am unteren Ende des UG laut Studie nur noch eine erosionsbedingte Restgeschiebefracht von rund 5.000m<sup>3</sup>/a zur Verfügung. Berechnungen zeigen, dass das Geschiebetransportvermögen infolge der durch den Sylvensteinsee gekappten Hochwasserspitzen im UG im Schnitt zwar auf rund 40.000m<sup>3</sup>/a und somit erheblich zurückgegangen ist. Dieser Wert bezieht sich allerdings nur auf die naturnah bis natürlich erhalten gebliebene Flussabschnitte, die keine ausgeprägten Tiefenrinnen aufweisen. Um einer weiteren Eintiefung von Erosionsrinnen, die sich inzwischen bevorzugt entlang korrigierter Prallufer ausgebildet haben, effektiv begegnen zu können, bedarf es dort rein rechnerisch hingegen einer Geschiebemenge von rund 80.000m<sup>3</sup>/a. Unter der Voraussetzung, dass entsprechende Korngrößen (siehe weiter unten) im Spiel sind und tiefe Erosionsrinnen durch weitere Maßnahmen „entschärft“ werden, errechnete sich für das UG beginnend im Unterwasser der Staustufe Bad Tölz ein Defizit von etwa 40.000m<sup>3</sup>/a, welches bis zur unteren Grenze auf rund 35.000m<sup>3</sup>/a leicht abnimmt.

Dem stand eine potenziell verfügbare Menge von etwa 15.000m<sup>3</sup> gegenüber, die damals noch ohne die (inzwischen ergriffenen) Maßnahmen der Geschiebepflichtung sowie zur Verbesserung der Geschiebedurchgängigkeit an Wildbächen alljährlich im Stauwurzelbereich des Tölzer Stausees abgelagert, entnommen und verwertet wurde.

Auch die natürliche Schwebstofffracht der Isar weist beachtliche Größenordnungen auf. Auf Höhe des Sylvensteinsees bewegen sich die Schätzungen zwischen 100.000 und 140.000m<sup>3</sup>/a. Man hat berechnet, dass davon nur etwa 20.000 bis 30.000m<sup>3</sup> in das Unterwasser des Sylvensteinsees gelangen, der Rest wird im Stauraum zurückgehalten. Für das UG bedeutet dies, dass von ursprünglich weit über 100.000 m<sup>3</sup>/a Schwebstoffen heute im Mittel nur noch rund 65.000 m<sup>3</sup>/a von oberstrom eingetragen werden. Rein rechnerisch ergibt sich hier also mindestens eine Halbierung, was als erhebliches Defizit gegenüber dem Naturzustand zu bezeichnen ist, auf der anderen Seite aber in der Isar unterhalb des Sylvensteinsees das Kolmationsrisiko in der ab dort von Geschiebemangel geprägten Gewässersohle mindert.

### **3.5.2 Massenbilanz mittels Geschiebeumsetzungen, Strauraumspülungen und weiterer Maßnahmen**

Das Geschiebekonzept beinhaltet zum einen Geschiebeumsetzungen in den Isarabschnitt unterhalb des Sylvensteinsees (seit 1995) sowie in das Unterwasser des Tölzer Stausees (seit 2002). Zum anderen wird der Tölzer Stau seit 1991 bei Hochwasserabfluss regelmäßig total gelegt

um mit Hilfe der dann deutlich erhöhten Schleppkraft auf natürlichem Wege möglichst viel Geschiebe in das Unterwasser zu transportieren.

In den Isarabschnitt zwischen Sylvensteinspeicher und Bad Tölz wurden zwischen Mai 1995 und Oktober 2013 insgesamt rund 76.000m<sup>3</sup> Geschiebe maschinell umgesetzt. Das Material stammte aus der Isar-Vorsperre (Fkm 231,0), dem Reißbach, der Dürrach sowie dem Arzbach. Demnach wurden jährlich durchschnittlich 4.000m<sup>3</sup> weitergereicht. Diese Menge liegt deutlich unter der vorgeschlagenen Einbringungsmenge von rund 15.000m<sup>3</sup>/a bis 20.000m<sup>3</sup>/a, die als noch machbar, jedoch auch als erforderlich erachtet wurde, um den Restgeschiebetrieb der Isar zwischen Sylvenstein und Landshut zu verbessern und gleichzeitig einen merklichen Beitrag zur Sohlstabilisierung und zur Ökomorphologie der Fließstrecken leisten zu können. Als weitere, geschiebefördernde Maßnahmen wurden innerhalb dieses Flussabschnitts verfestigte Kiesbänke in den Stromstrich verlagert und dadurch remobilisiert. Zur Erhöhung des Geschiebeeintrags wurde zudem im Steinbach (Wackersberg) eine Geschieberückhaltesperre in eine Geschiebedosiersperre umgebaut.

Sofern der bislang umgesetzte Maßnahmenumfang beibehalten wird, sollten demnach -grob überschlagen- im Oberwasser des Tölzer Stausees auch weiterhin pro Jahr durchschnittlich wenigstens 20.000m<sup>3</sup> Geschiebe ankommen, die sich dann im Rahmen von Stauraumspülungen bzw. maschinellen Geschiebeumsetzungen in das Unterwasser weiterreichen lassen.

Bislang (beginnend im Jahr 2002) wurden in das Unterwasser des Tölzer Stausees und damit in die „Opferstrecke“ des UG insgesamt 180.000m<sup>3</sup> Geschiebe aktiv umgesetzt (Quellen: WWA WM und Stadtwerke Bad Tölz). Das Material stammte ausschließlich aus dem Stauwurzelbereich des Tölzer Stauraumes (Fkm 202,40 bis 201,00). Zwischen 2002 und 2014 wurden somit jährlich durchschnittlich 13.800m<sup>3</sup> maschinell weitergereicht. Hinzu kommt das Geschiebe, welches im Zuge der Stauraumspülungen eigenständig in das Unterwasser transportiert wurde. Diese Mengen können allerdings nur grob geschätzt werden. Zwischen 1991 und 2014 wurden insgesamt 20 Spülungen durchgeführt, darunter 3 alleine im Mai 1999 während des außergewöhnlich mächtigen und langandauernden Pfingsthochwassers. Begleitende Untersuchungen der ersten 5 Spülungen hatten zum Ergebnis, dass die pro Spülung jeweils ins Unterwasser transportierten Mengen seinerzeit sehr unterschiedlich (0 bis 70.000m<sup>3</sup>) ausfielen (Scheuerlein et al. 1996). Im Schnitt lagen sie damals jedoch noch bei knapp 20.000m<sup>3</sup>. Unterstellt man, dass in den ersten Spüljahren auch solche, teils feinere Stauraumsedimente weitergetragen wurden, die sich über die vielen spülungsfreien Jahre dort angesammelt hatten, ist anzunehmen, dass die mittlere Transportmenge späterer Spülungen inzwischen auf unter 15.000m<sup>3</sup> zurückgegangen ist. Diese Vermutung wird durch eine überschlagsmäßige „Geschiebebilanz“ für das Jahr 2013 bestätigt. Nach Angaben des WWA Weilheim (Frau Schulze) hatte das lang andauernde Junihochwasser 2013 in der Stauwurzel des Stauraumes Bad Tölz unter dem Strich nämlich lediglich zu einem Geschiebezuwachs von 8000m<sup>3</sup> geführt. Unter der Annahme, dass im Zuge dieses nicht unerheblichen Hochwassers dorthin tatsächlich mehr als 20.000m<sup>3</sup> von oberstrom zugetragen wurden, errechnet sich daraus ein spülbedingter Geschiebeaustrag von wenigstens 12.000m<sup>3</sup>. Setzt man entsprechend überschlagsmäßig für die ersten 5 Spülungen jeweils 20.000m<sup>3</sup> und für die 14 Folgespülungen jeweils 13.000m<sup>3</sup> an, ergibt sich eine Gesamt-Geschiebemenge von rund 282.000m<sup>3</sup>, die zwischen 1991 und 2014 durch Spülungen in das Unterwasser der Staustufe bewegt wurden. Im Schnitt ergibt sich daraus ein jährliches Transportvolumen von knapp 12.000m<sup>3</sup>.

Gemäß vorliegender Daten und Schätzungen errechnen sich insgesamt etwa 462.000m<sup>3</sup> und damit durchschnittlich fast 20.000m<sup>3</sup>/a an natürlichem Geschiebe, welches im Zuge des Geschiebekonzeptes zwischen 1991 und 2014 aus dem Oberwasser des Tölzer Stausees in dessen Unterwasser gespült bzw. maschinell verbracht worden ist. (Geschiebemengen, die zwischen 1991 und 2001 evtl. aus der Stauwurzel Bad Tölz entnommen und nicht umgesetzt wurden, müssten hier ggf. hinzugerechnet werden). Sofern am Konzept nichts verändert wird, ist damit zu rechnen, dass die jährliche Durchschnittsmenge auch in Zukunft auf dem bestehenden Niveau erhalten bleiben wird.

Sofern obige Überschlagsrechnung stimmt, hieße dies gemäß „Kortmannstudie“ allerdings, dass seit 1991 alljährlich ein Geschiebedefizit von rund 15.000m<sup>3</sup> bestehen geblieben ist und auch weiterhin bestehen bleiben wird. Würde man hingegen im Abschnitt Sylvensteinsee bis Bad Tölz, wie von Kortmann vorgeschlagen, statt der bislang praktizierten Zugabemenge (4.000m<sup>3</sup>/a) 15.000m<sup>3</sup>/a oder mehr einbringen, wäre dieses Defizit weitgehend ausgeglichen. Kortmann empfiehlt hier 2/3 der einzubringenden Materialmenge aus der Isarvorsperre und 1/3 aus einer der anderen Gewinnungsstellen mit überwiegend gröberer Körnung zu entnehmen.

An dieser Stelle muss betont werden, dass der von der Fischerei geäußerte Vorschlag, die feineren Kornfraktionen aus der Stauwurzel endgültig zu entnehmen und der Isar lediglich die darin befindlichen groben Komponenten zurückzugeben, dem übergeordneten Ziel, der voranschreitenden Eintiefung der frei fließenden Isar zwischen Sylvensteinspeicher und Landshut zu begegnen und sich dem Leitbild und den Entwicklungszielen für die Isar von der Landesgrenze bis Landshut anzunähern, klar entgegen stünde. Mit dieser Vorgehensweise ließe sich nämlich nur lokal weitgehend begrenzt die Abpflasterungstendenz der Sohle erhöhen, während die ökologisch gleichermaßen bedeutsamen kleineren Korngrößen im gesamten Flussabschnitt immer seltener und im weiteren Verlauf auch die Eintiefungen weiter voranschreiten würden. Viel mehr müsste das durchzuleitende bzw. wieder einzubringende Geschiebe zur Erreichung der übergeordneten Ziele der Menge nach noch deutlich gesteigert werden. Die daraus vorwiegend in der „Opferstrecke“ entstehenden Ertragsverluste sowie Einschränkungen der fischereilichen Qualität gilt es freilich durch begleitende Maßnahmen (Ausgleichs- und/oder Ersatzmaßnahmen) zu kompensieren. Die Frage nach der erforderlichen Geschiebezusammensetzung wird nachfolgend bearbeitet.

### **3.5.3 Geschiebezusammensetzung und mittlere Korngröße**

#### **3.5.3.1 Empfehlungen zum Zugabematerial (gemäß Kortmannstudie)**

Die mittleren jährlichen Geschiebefrachten, die zur Sättigung des Geschiebetransportvermögens benötigt werden, sollten idealer Weise nicht nur autochthoner Herkunft sein, sondern möglichst auch eine dem Leitbild entsprechende Korngrößenzusammensetzung aufweisen. Weil das Transportvermögen von Geschiebe mit abnehmender Korngröße weit überproportional zunimmt, wird es nicht nur von der Größe der Abflüsse und den jeweiligen gerinnegeometrischen Eigenschaften, sondern in besonderem Maße auch von der Körnung des zu transportierenden Geschiebegemisches bestimmt. Ist die Körnung in Bezug auf die Flussgeometrie zu fein, gerät das Geschiebe schon bei wesentlich zu geringen Abflüssen in Bewegung und kann dann u. a. die fischökologische Funktionsfähigkeit des Gewässers beeinträchtigen. Darüber hinaus wird es auf seinem weiteren Weg den Fluss hinab infolge eines natürlichen Abriebs stets zu fein bleiben und

somit die ihm zugedachte Aufgabe, nämlich einer Sohleintiefung effektiv entgegen zu wirken, auch weiter flussabwärts kaum erfüllen können.

Ein wichtiger Bezugswert für die Charakterisierung eines Sohlengeschiebes ist der „mittlere oder maßgebende Korndurchmesser“ ( $d_m$ ). Der Wert  $d_m$  liegt im Normalfall zwischen 50% und 60% der zugehörigen Mischungslinie. Für den Abschnitt der Oberen Isar, zu welchem auch das UG zählt, wird in der „Kortmannstudie“ als praktikable Kompromissgröße für das Dotationsgeschiebe ein maßgebender Korndurchmesser von 20 bis 26mm vorgeschlagen. Dieser als „mittleres Korngemisch (B)“ bezeichnete Körnungsbereich diente auch als Grundlage für die Berechnung der auszugleichenden Geschiebemengen. Zudem entspricht er in etwa der größten Geschiebesortierung, die sich an der Isar-Vorsperre gerade noch gewinnen lässt. Würde man dem Geschiebedefizit mit einem feineren Zugabematerial begegnen wollen, wäre hierfür eine ungleich höhere Menge erforderlich. Bei der mit einem  $d_m = 15\text{mm}$  als „feines Korngemisch (A)“ bezeichneten Sortierung wäre im Rechenmodell bei mittlerem Hochwasserabfluss für einen adäquaten Ausgleich des Geschiebetriebes z.B. bereits das Zwei- bis Dreifache des Korngemisches B und damit eine utopische Geschiebemenge erforderlich. Kortmann weist bezüglich A zudem darauf hin, dass *„im natürlichen Regelkreis der Isar ein derart selektiertes, feines Korngemisch ohne jegliche größeren Beimengungen für den Geschiebetrieb der Oberen Isar eher untypisch war. Es kam in dieser ausschließlichen Sortierung nicht vor“*. Allerdings entspricht das Korngemisch A in etwa dem feineren aus der Isar-Vorsperre gewinnbaren Zugabematerial. Dass nicht eine über B hinausgehende Körnung vorgeschlagen wurde, hatte nicht zuletzt auch praktische Gründe. Denn ansonsten wäre die spülungsbedingte Durchgängigkeit des Tölzer Stauraumes zu stark eingeschränkt worden und es hätte noch mehr Material maschinell umgesetzt werden müssen. Offensichtlich befand sich bereits früher genau dort, wo heute der Stauraum liegt, ein natürlicher Aufweitungs- und Ablagerungsbereich der Isar („Tölzer Gries“), welcher den Weitertransport größerer Körner schon damals behinderte und der auch heute bei gelegtem Stau noch entsprechend „bremsend“ wirkt. Untersuchungen sowie Berechnungen hatten zu dem Ergebnis, dass Geschiebe bis rund 60mm Korndurchmesser bei mehrtägiger Spülung mit Abflüssen  $\geq 200\text{m}^3/\text{s}$ , besser jedoch  $\geq 250\text{m}^3/\text{s}$  den Tölzer Stauraum noch halbwegs gut passieren können. Entsprechend wurde für den Körnungsbereich B, der zu etwa 10 bis 15% aus Korngrößen  $\geq 60\text{mm}$  besteht, unter bestimmten Voraussetzungen eine Geschiebedurchgängigkeit von etwa 80-100% für möglich gehalten.

Gleichwohl wurde in der Kortmannstudie auch die Wirkungsweise von „grobem Korngemisch (C)“ beurteilt. Hierbei handelt es sich um Geschiebematerial mit einem  $d_m \geq 50\text{mm}$ , wie es z.B. in der Stierschlagsperre der Dürrach regelmäßig anfällt. Dieses Material besteht zu über 10% Massenanteil aus Steinen, die größer als 100mm sind. Da es nur noch eingeschränkt transportfähig ist, eignet es sich insbesondere als Zugabematerial für korrigierte, bzw. Tiefenrinnen ausbildende Abschnitte, in welchen eine Sohlstabilisierung mittels Deckschichtbildung angestrebt wird. Zunächst werden von der Strömung die weniger groben Komponenten aus dem Materialgemisch herausgelöst und abtransportiert, während der gröbere Anteil liegen bleibt und letztlich zur Abpflasterung der Sohle führt. Allerdings müsste eine Geschiebezugabe, in der Absicht Sohlabpflasterungen gezielt zu erzeugen, im Wesentlichen an Ort und Stelle erfolgen, wo eine vorhandene Sohlpflasterung regeneriert oder eine noch nicht vorhandene geschaffen werden soll.

### **3.5.3.2 Natürliche Korngrößen im UG im Vergleich mit dem zugeführten Material**

Wie sich das Geschiebe in der unbeeinflussten Isar einstmals genau zusammensetzte, darüber lässt sich heute nur noch grob spekulieren. Fest steht jedoch, dass auch damals alle Komponenten von feinem Sand bis hin zu großen Steinen vorhanden waren. Fest steht zudem, dass die in den 1980er Jahren im UG dominierende, eher sehr grobe und teils stark abgepfasterte Sohle, der die Fischer inzwischen „nachtrauern“, nicht dem Naturzustand entsprach, sondern erst eine Folge des erheblichen Geschiebedefizits war. Ein weiterer, zuvor bereits erwähnter Aspekt ist der einstmals auf Höhe Bad Tölz liegende Ablagerungsbereich der Isar (Tölzer Gries), welcher den Weitertransport grober Geschiebeelemente schon von Natur aus zumindest behinderte. Nicht zuletzt deshalb wurden früher zur Kalkgewinnung genau dort Steine in großem Umfang aus dem Isarbett entnommen.

Um den zentralen Kritikpunkt der Fischereiberechtigten und ihrer behördlichen Vertreter, das im Rahmen der Geschiebeweitergabe zugeführte Substrat wäre viel zu feinkörnig, besser beurteilen zu können, wurde anhand verfügbarer Indizien versucht nachzuvollziehen, wie früher im UG, als dort alljährlich noch rund 100.000m<sup>3</sup> Geschiebe durchtransportiert wurden, die daraus entstandenen Kiesbänke bzw. Kiesgleitufer typischer Weise zusammengesetzt waren und ob bzw. inwieweit sich diese Zusammensetzung von dem zwischenzeitlich neu zugeführten Material merklich unterscheidet.

Hierzu boten sich im Rahmen dieser Studie folgende 4 Möglichkeiten einer Annäherung an:

- Inaugenscheinnahme von im UG durch Seitenerosion freigelegtem Material
- Inaugenscheinnahme von Befüllungsmaterial alter Gabionen (Uferbefestigung) im UG
- Auswertung professionell durchgeführter Korngrößenanalysen
- Inaugenscheinnahme des zugeführten Materials sowie potenziell nutzbarer Geschiebequellen

Wie kann man sich also die Korngrößenzusammensetzung der beweglichen Sohle vorstellen, die vor dem Bau der beiden großen Barrieren Sylvensteinspeicher und Staustufe Bad Tölz im UG vorlag?

Gute Hinweise liefern hier zum einen alte, seit langem verfestigte und überwachsene Kiesbänke, die nun im Zuge einer fortschreitenden Eintiefung seitlich der Hauptrinne wieder wegbrechen. Überall dort, wo solche Seitenerosionen derzeit stattfinden, tritt sehr heterogen sortiertes Substrat zutage, das vorwiegend aus Grobkies, Steinen und Mittelkies besteht.



**Abbildung 72: Seitenerosion von Steinen,  
Grob- Mittel- und Feinkies (Fkm 191,2 li)**



**Abbildung 73: Seitenerosion von Grobkies,  
Steinen, Mittelkies (Fkm 193,4 re)**

Auch wenn man berücksichtigt, dass die feineren Fraktionen bereits überproportional ausgewaschen worden sind, lag der originäre mittlere Korndurchmesser ( $d_m$ ) in allen unter der „Deckschicht“ angeschnittenen, alten Kiesbänken dennoch keinesfalls unter 30mm. Auffällig ist zudem die jeweils sehr heterogene Zusammensetzung des Materials. Die größten Körner sind hier regelmäßig größer als 100mm.



**Abbildung 74: freigelegte Gabionen einer  
erodierten Uferverbauung (Fkm 191,5 li)**



**Abbildung 75: befüllt mit Isarkies bestehend  
aus Grob-, Mittelkies und Steinen**

Ein sehr ähnliches Bild liefert das Befüllungsmaterial einer alten Gabionenlage, die einstmals als Unterlage einer massiven Uferbewehrung (große Betonquader) diente. Es ist höchstwahrscheinlich, dass diese mindestens 50 Jahre alten Gabionen seinerzeit direkt vor Ort mit Kies aus dem Flussbett befüllt wurden und somit das damals dort vorhandene Geschiebe repräsentieren. Die erst in jüngerer Vergangenheit von Hochwässern freigelegten Gabionen liegen immer noch dicht gepackt.

Eine bildverfälschende Ausschwemmung feinerer Körner ist deshalb nicht zu besorgen. Auch hier ist  $d_m$  in jedem Fall größer als 30mm und auch hier sind die größten Körner größer als 100mm.

Schließlich existieren aus dem Jahr 1995 für das UG auch einige Korngrößenanalysen. Es wurden Kiesbänke auf Höhe der Fkm 190,0 (2 Proben), 193,8, 194,0 und 198,0 beprobt. Deckschicht und Innenschicht der Proben wurden jeweils getrennt ausgewertet. Die beprobten Kiesbänke standen zum Zeitpunkt der Probennahme bereits unter dem potenziellen Einfluss spülbedingten Geschiebeeintrags. Mit Sicherheit bereits deutlich beeinflusst wurde die Probestelle bei Fkm 189,0, zumal bis zu diesem Zeitpunkt bereits knapp 100.000m<sup>3</sup> Geschiebe von oberstrom in das UG eingetragen worden waren. Hier lag der maßgebende Durchmesser der Innenschicht ( $d_{mi}$ ) dann tatsächlich bei lediglich 20,5mm. In den weiter flussabwärts gezogenen Proben lag  $d_{mi}$  hingegen zwischen 31 und 41mm. Von besonderem Interesse sind hier allerdings Proben aus Kiesbänken mit fortgeschrittener Abpflasterung, weil die darunter liegende Innenschicht dann noch am ehesten die ursprüngliche Zusammensetzung der einstmals bewegten Sohle repräsentiert. Die Probe mit der höchsten Abpflasterungstendenz ( $d_{md}$  der Deckschicht betrug 96mm) wies mit 41mm auch den größten  $d_{mi}$ -Wert auf. Der niedrigste  $d_{mi}$ -Wert, der in den unterhalb des UG zwischen Einöd und Loisachmündung gezogenen Proben ermittelt wurde, lag bei 26mm. In der Kortmannstudie wird für den Isarabschnitt zwischen Bad Tölz und Ickinger Wehr (unter dem damals bereits vorliegenden Einfluss eines spülbedingten Geschiebeeintrags) ein durchschnittlicher  $d_{mi}$  von 25,4mm angegeben, aber zugleich auf eine dort im Verlauf der Isar von Natur aus abnehmende mittlere Korngröße verwiesen (infolge Abriebs, nachlassenden Sohlgefälles etc.). Allein bezogen auf das UG muss der Mittelwert nicht zuletzt auch aufgrund dort gewonnener Beprobungsergebnisse entsprechend erhöht werden. Für diesen Isarabschnitt scheint beim natürlichen Geschiebe eher ein  $d_{mi} \geq 30\text{mm}$  repräsentativ zu sein.

Der Korndurchmesser der Innenschicht bei 90% Siebdurchgang ( $d_{90i}$ ) ist ein gutes relatives Maß für die Heterogenität des beprobten Materials. Denn er gibt die Mindestgröße von Körnern an, die in ihrer Gesamtheit 10% der Probenmasse abdecken. Die bereits deutlich spülungsbeeinflusste Probe von Fkm 189,0 weist für  $d_{90i}$  nur 42,3mm aus, während dieser Wert an den weiter flussabwärts gelegenen Probestellen zwischen 73mm und 100mm beträgt.

**Fazit: Eine hohe Übereinstimmung der Ergebnisse unterschiedlicher Annäherungsmethoden lässt den Schluss zu, dass das weitgehend vom Menschen unbeeinflusste, locker gelagerte Geschiebe der Isar im UG eine maßgebende Korngröße von mindestens 30mm aufwies und sich zu mehr als 10% aus Komponenten zusammensetzte, die gröber als Grobkies ( $\geq 63\text{mm}$ ) waren.**

Im Vergleich hierzu liegt die maßgebende Korngröße bezogen auf den unter dem Einfluss der Geschiebeweitergabe wieder deutlich angestiegenen Anteil einer normal beweglichen Sohle im UG klar darunter. Die Sohle besteht dort heute zu 53% vorwiegend aus Mikrolithal. In etwa der Hälfte solcher von Mikrolithal geprägten Sohlareale liegt  $d_m$  kaum über 20mm und  $d_{90}$  kaum über 40mm. Noch deutlich geringere, allenfalls halb so hohe Werte erreichen weitere ca. 8% der Sohle, die vorwiegend von sehr homogen zusammengesetztem und deshalb äußerst leicht beweglichem Akal gebildet werden.

**Der Vorwurf, das weitergereichte Geschiebe wäre für die Isar im UG i. d. R. viel zu feinkörnig, ist somit nicht von der Hand zu weisen und bedarf deshalb einer näheren Prüfung**

An dieser Stelle stellt sich zunächst die Frage, warum das weitergereichte Geschiebe ggf. nicht die passende Kornzusammensetzung aufweist, wo es sich doch ausnahmslos um autochthones Material aus dem Stauwurzelbereich der Stufe Bad Tölz handelt?



**Abbildung 76: „Opferstrecke“ am 6.11.13:  
Verlagerung des sohlgeräumten Geschiebes**



**Abbildung 77: vorgefundene Körnungen: sehr  
heterogen von fein bis grob**



**Abbildung 78: am 6.11.13 frisch umgelagertes  
Material**



**Abbildung 79: vom Regen freigewaschenes  
Umlagerungsmaterial**

Eine Inaugenscheinnahme des vorwiegend aus der im Juni 2013 erfolgten Spülung stammenden und nach einer Sohlräumung im Spätherbst 2013 in der Opferstrecke maschinell seitlich angehäuften Geschiebematerials (ca. 50.000m<sup>3</sup>) erbrachte folgendes Ergebnis: Das verlagerte Geschiebe war sehr heterogen zusammengesetzt, bestand jedoch vorwiegend aus Grob- und Mittelkies. Es ist zu vermuten, dass zumindest die darin verschiedentlich eingestreuten großen Steine und Blöcke Bestandteile einer schon alten (Bestands-)Sohle waren, welche im Zuge dieser diesmal sehr gründlich erfolgten Sohlräumung zumindest partiell mit ausgeräumt wurde.

Am 18.6.2014 zeigten die maschinell erstellten Kieslagerstätten, die von Hochwasser seither unberührt geblieben sind, deren Sand- und Schluffanteile inzwischen jedoch durch Regenwasser

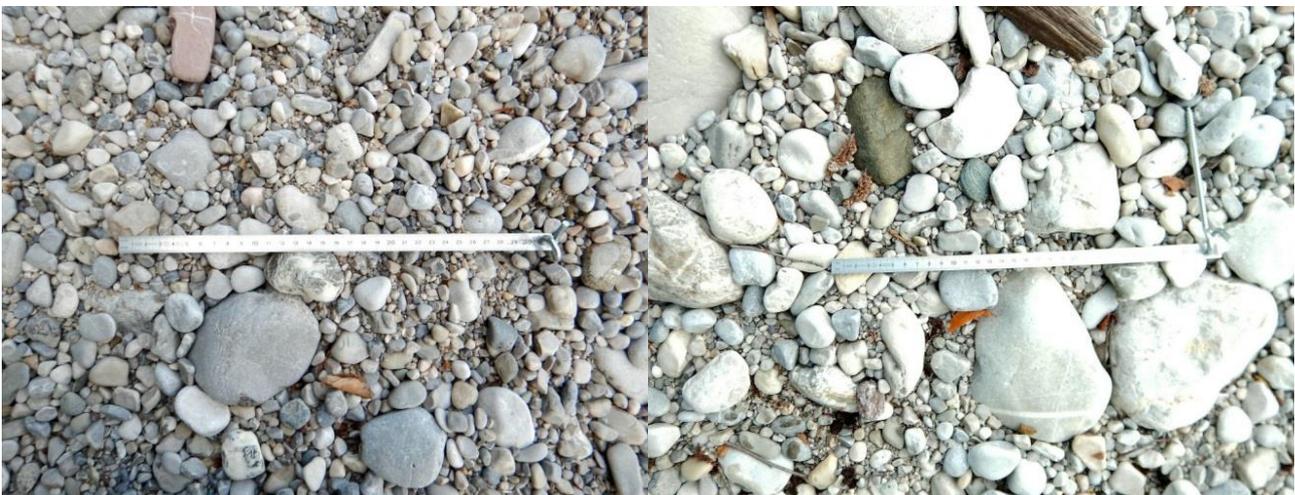
in den Lückenraum eingespült wurden, je nach Lage oberflächlich die 4 Grundtypen „Akal“, Akal-Mikrolithal“, „Mikrolithal“ und „Meso-/Mikrolithal“ (siehe Abbildungen 80 bis 83).



**Abbildung 80: Grundtyp 1: „Akal“  
(Fk 60%; Mk 35%; Gk 5%)**

**Abbildung 81: Grundtyp 2: „Akal-Mikrolithal“  
(Mk 70%; Gk:30%)**

Grob geschätzt kam Grundtyp 1 auf etwa 40% der Fläche und somit am häufigsten vor, gefolgt von den Grundtypen 2 und 3 mit je etwa 25% und schließlich Grundtyp 4 mit etwa 10% Flächenanteil. Kratzte man die Oberflächenschicht zur Seite, wies das darunter liegende Material jeweils einen höheren Anteil an Feinkies sowie zusätzlich auch Sand auf.



**Abbildung 82: Grundtyp 3: „Mikrolithal“  
(Gk45%;Mk40%; Fk10% ;St5%)**

**Abbildung 83: Grundtyp 4: „Meso-Mikrolithal“  
(St45%; Gk35%; Mk15%; Fk 5%)**

Setzt man (unter Ausklammerung der eingestreuten großen Steine und Blöcke) für den oberflächlich nicht (mehr) sichtbaren Sand- und Schluffgehalt rund 10% der Masse an und verteilt die an den 4 Grundtypen jeweils beteiligten Siebkornkategorien anteilig mit ihren jeweils mittleren Korngrößen auf die restlichen 90%, errechnet sich für das zum Weitertransport bereit liegende Geschiebematerial -grob überschlagen- ein mittlerer Korndurchmesser von rund 20mm. Wenn man zudem berücksichtigt, dass ein nur schwer zu beziffernder Anteil der feinen Körnungen wegen der im Zuge der Sohlräumung erfolgten Ausschwemmungen bereits fehlte, bestätigt sich die Vermutung, dass das aus dem Oberwasser der Staustufe Bad Tölz vorwiegend durch Spülung

zugeführte Geschiebematerial gegenüber der ursprünglichen Geschiebefracht unter dem Strich im Schnitt mindestens um 10mm feinkörniger ist.

Auch die Ergebnisse von Siebkornanalysen, die 1995 sowie 2009 im Stauwurzel- bzw. Geschiebeentnahmebereich der Stufe Bad Tölz (Fkm 202,40 bis 200,70) durchgeführt wurden, bestätigen diesen Befund vom Grundsatz her. Allerdings präsentierte sich das 1995 vorgefundene Körnungsspektrum noch deutlich „passender“ als dasjenige von 2009. 1995 bewegten sich die  $d_{mi}$ -Werte je nach Probenstelle noch zwischen 21,8 und 32,4mm. Der Durchschnittswert lag immerhin noch bei knapp 25,6 mm. Ungewöhnlicher Weise waren damals die Deckschichten teilweise aber bereits feinkörniger ( $d_{md}$ : 14,5 bis 40,8mm, im Mittel 25,2mm) als die Innenschichten der beprobten Kiesbänke. Noch deutlicher fiel diese Diskrepanz bei den  $d_{90}$ -Werten aus: Während die Innenschicht hier im Schnitt noch 62,2mm erreichte kam die Deckschicht nur noch auf 48,1mm. Eine Erklärung hierfür wäre, dass im Zuge einer etwa einen Monat vor der Probennahme erfolgten Stauraumspülung zunächst „gröberes“ Geschiebe in die Stauwurzel eingetragen wurde, welches im Zuge einer nachlassenden Hochwasserwelle und einem zugleich erfolgendem Wiedereinstau nur noch von entsprechend feinerem und homogener zusammengesetztem Material überlagert werden konnte.

Die Siebkornanalysen von 2009 basierten auf Mischproben. Entsprechend ist eine Unterscheidung zwischen Deckschicht und Innenschicht hier nicht möglich. Die gegenüber 1995 an adäquaten Fkm-Stellen entnommenen Geschiebeproben wiesen  $d_m$ -Werte zwischen 11,5 und 15,6mm auf und  $d_{90}$ -Werte zwischen 27,9 und 40,5mm. Im Schnitt lagen  $d_m$  2009 bei lediglich 14,0mm und  $d_{90}$  bei nur 34,8mm. Diese Werte korrespondieren wiederum sehr gut mit dem überwiegenden Teil der im UG vorgefundenen, beweglichen bzw. leicht beweglichen Sohl-Grundtypen („Mikrolithal“ mit hohem Anteil an Mittelkies und Korngrößen kaum über 40mm, sowie „Akal“). Auffällig war auch, dass der Massenanteil von Sanden und Schluffen 2009 mit knapp 20% deutlich höher lag als 1995, wo dieser noch unter 10% lag.

Nachfolgend wird geprüft, ob ein  $d_m$  von mindestens 30mm für die frei bewegliche Sohle, welcher für das UG postuliert wird, im Abschnitt zwischen Sylvensteinspeicher und Bad Tölz unter natürlichen Gegebenheiten überhaupt zustande gekommen sein konnte. Auch wird der Frage nachgegangen, warum das im Oberwasser der Stufe Bad Tölz angelangte Geschiebematerial zwischen 1995 und 2009 zunehmend feinkörniger geworden ist. Schließlich wird analysiert, ob und ggf. inwieweit die seit 1995 in diesem Abschnitt zur Verbesserung des Geschiebehaushalts ergriffenen Maßnahmen für diese eher ungünstige Entwicklung mit verantwortlich gemacht werden können.

Gemäß Kortmannstudie wiesen Sedimentproben, die 1990 im Isarabschnitt zwischen Flecker Wehr und Bad Tölz (Fkm 216,5 – 203,4) gewonnen wurden, im Schnitt einen  $d_{mi}$ -Wert von 29,3mm auf. Auch Proben, die 1995, d.h. noch vor Beginn der Geschiebemaßnahmen, aus demselben Abschnitt gezogen wurden, hatten einen mittleren  $d_{mi}$ -Wert von 26,5 und einen  $d_{90i}$ -Wert von 67,8mm. Unter Einbezug der Deckschicht ( $d_{md} = 38,9$ mm;  $d_{90d} = 73,4$ mm) werden die postulierten Werte ( $d_m \geq 30$ mm) also durchaus erreicht. Allerdings spiegeln diese Werte nicht unbedingt natürliche Verhältnisse wieder, zumal speziell auch in diesem Abschnitt nach der Errichtung des Sylvensteinspeichers bereits eine erhebliche Sohlauszehrung mit Abpflasterung stattgefunden hat. Wie sich die natürliche Sohle im Abschnitt Sylvensteinspeicher bis Bad Tölz einstmals zusammengesetzt hat, ist also nur noch grob nachzuvollziehen. Fakt ist allerdings, dass die Isar oberhalb der Reißbachmündung schon von Natur aus relativ feinkörniges Material beisteuerte. Im

nach wie vor relativ ungestörten Bereich der Isar oberhalb des Staures Krün (oberhalb Fkm 251) liegt der  $d_m$  der frei beweglichen Sohle heute bei lediglich 17mm. Der Sandanteil beträgt dort etwa 20% und weniger als 1% der Masse besteht aus Steinen zwischen 63mm und 90mm (Datenquelle: Herr Riedl, WWA WM sowie Schaipp & Zehm, 2009). Eine Erhöhung der mittleren Korngröße auf die postulierte mittlere Korngröße  $d_m \geq 30\text{mm}$  konnte im weiteren Verlauf bis Bad Tölz also nur durch Anreicherung mit größerem Material aus den Zubringern erfolgen. Wesentliche Geschiebelieferanten sind hier zunächst Finzbach und Reißbach, von denen zweitgenannter der Isar in Bezug auf den Mittleren Hochwasserabfluss (MHQ) mit  $82,1\text{m}^3/\text{s}$  der dortigen Isar (MHQ:  $92,5\text{m}^3/\text{s}$ ) kaum nachsteht. In der Kortmannstudie erwähnte Siebkornanalysen von 1997 weisen den Reißbach als einen Zubringer mit stark schwankender mittlerer Körnung aus. Je nach Entnahmestelle wurden  $d_m$ -Werte zwischen 15,0mm und 29,7mm und  $d_{90}$ -Werte zwischen 38,3mm und 82,4mm ermittelt. Wenngleich die aus dem Reißbach erfolgende Geschiebezufuhr die Körnung des seit Krün einem weiteren Abrieb unterliegenden Isargeschiebes im Mittel wieder anhebt und auch heterogener gestaltet, kann das allein von der Isar dem Sylvensteinspeicher zugetragene Geschiebematerial dennoch schon von Natur aus kaum die postulierte Körnung erreichen. Es verwundert deshalb nicht, wenn das an der Isar-Vorsperre gewinnbare Geschiebe i.d.R. einen  $d_m$  von weniger als 20mm und nicht über 26mm aufweist. Anders liegt der Fall hingegen bei den Zubringern Dürrach und Walchen, die mit einem MHQ von  $83,8\text{m}^3/\text{s}$  bzw.  $130\text{m}^3/\text{s}$  von Natur aus erhebliches Potenzial für einen Geschiebeeintrag aufweisen. Die von oberstrom dem Sylvensteinspeicher zugeführte Geschiebemenge kommt auch heute noch etwa zu 25% aus der Dürrach und zu 8% aus der Walchen. Welche Mengen diese in mehrfacher Weise anthropogen beeinflussten Zubringer einstmals zugeführt haben, lässt sich heute kaum noch eruieren, doch ist nicht unwahrscheinlich, dass deren relativer Anteil an der Gesamtgeschiebemenge von Natur aus jeweils noch höher lag.



**Abbildung 84: Reißbach im Mündungsbereich mit relativ grobem Geschiebe**



**Abbildung 85: trockenes Bett des Reißbachs mit sehr unterschiedlich sortiertem Geschiebe**



**Abbildung 86: Rißbach im Mündungsbereich mit relativ grobem Geschiebe**

**Abbildung 87: Sohle im trockenen Bett des Rißbachs mit feinerer Körnung**



**Abbildung 88: Aus der Isar-Vorsperre entnommenes Geschiebe**

**Abbildung 89: Das Material aus der „Isar-Vorsperre“ ist im Mittel relativ feinkörnig**

1997 erfolgte Probenahmen aus den Geschieberückhaltungen ergaben bei der Walchen für  $d_m$ : 21,8mm, für  $d_{90}$ : 55,7mm und bei der Dürrach für  $d_m$ : 19,5mm, für  $d_{90}$ : 55,2mm. Dass die Dürrach dazu in der Lage ist, wesentlich gröberes Material zu liefern, zeigen die Ablagerungen in der weiter flussauf gelegenen Stierschlagsperre, wo für die 1998 erfolgten Zugabeversuche Material mit einem mittleren  $d_m > 50\text{mm}$  und einem mittleren  $d_{90} > 100\text{mm}$  gewonnen wurde. Inzwischen passiert auch gröberes Geschiebe vermehrt die Stierschlagsperre, zumal es aus betrieblichen Gründen nunmehr erst in der Stauwurzel des Sylvensteinspeichers entnommen wird (Flussmeister H. Henkel, pers. Mitteilung). Entsprechend gröber ist inzwischen das Material geworden, das in der Stauwurzel ankommt (vergl. Abbildung 91 vom 7.6.14).



***Abbildung 90: Sohle der Dürrach im  
Stauwurzelbereich des Sylvensteinspeichers***



***Abbildung 91: Dort entnommenes, eher  
grobes Geschiebe (7.6.2014)***

Zwischen Sylvensteinspeicher und Bad Tölz gibt es nun aber auch noch eine ganze Reihe weiterer Zuläufe mit einer teils erheblichen, natürlichen Geschiebezufuhr. In der „Kortmannstudie“ wird die Summe der hier jährlich noch erzielbaren Zufuhrmengen mit rund 10.000m<sup>3</sup> veranschlagt. In Anbetracht des teils erheblichen Verbauungsgrads, der nach wie vor bestehenden Geschiebesperren, der zahlreichen („wilden“ und regulären) Geschiebeentnahmen und des teils deutlich veränderten Abflussregimes (Jachen), dürfte die unbeeinflusste, natürliche Geschiebefracht dieser Zubringer in der Summe aber weit über 10.000m<sup>3</sup>/a gelegen haben. Spätestens nach Einmischung dieser teils meist wesentlich gröberer Körnungen dürften die für die natürliche Isarsohle oberhalb von Bad Tölz postulierten Werte ( $d_m \geq 30\text{mm}$ ;  $d_{90} \geq 63\text{mm}$ ) eigentlich ohne Weiteres zustande gekommen sein.



**Abbildung 92: Steinbach (Gaißach): Entnahme von grobem Geschiebe**



**Abbildung 93: Schwarzenbach: mit großem Potenzial für grobes Geschiebe**



**Abbildung 94 Jachen (2011):  
Geschiebeentnahmebereich**



**Abbildung 95: Große Laine: Geschiebesperre  
mit Entnahmebereich**

Die ersten großen Geschiebeweitertgaben (1996 – 1998), die zudem durch Messungen begleitet wurden, bestanden allerdings überwiegend aus deutlich feinerem Material. Aus Tabelle 11 wird ersichtlich, dass weit über die Hälfte des Zugabematerials einen mittleren Durchmesser von weniger als 20mm aufwies. In den Jahren 1998 und 1999 wurden im besagten Abschnitt zudem mehrere Bestands-Kiesbänke durch Verlagerung von Geschiebe in den Stromstrich „remobilisiert“. Nach längerer Pause fanden erst wieder 2007 neue Geschiebeverlagerungen statt. Eine neuerliche Geschiebezugabe von 6.000m<sup>3</sup> „Überkorn“ aus der Isar-Vorsperre erfolgte schließlich erst wieder 2009. Es erscheint also durchaus plausibel, dass die zwischen 1996 und 1998 mit eher sehr geringer Körnung dotierten Geschiebemengen in Kombination mit den mit deutlich erhöhter Aktivität erfolgten Eingriffen in die Gewässersohle zu einer starken Geschiebemobilisierung geführt haben. Wobei dann bevorzugt die feineren Körnungen weiter transportiert wurden, nahezu quantitativ zuerst die Stauwurzel Bad Tölz erreicht haben und dort hinein noch dazu am weitesten vorgedrungen sind, bevor es zur finalen Ablagerung und im Anschluss daran wieder zu einem spülbedingten Weitertransport kam. Begünstigt wurde der weit überproportionale und damit selektive Transport des feineren Kornes durch die am Sylvensteinspeicher erfolgende Kappung von

Hochwasserspitzen. Sofern nicht auch weiterhin adäquate Geschiebemengen mit (zu) feiner Körnung zugegeben werden, ist jedoch damit zu rechnen, dass früher oder später auch die größeren Fraktionen vermehrt in Richtung Stauwurzel vorrücken werden.

**Tabelle 11: Mengen, Herkunft und Korngrößen der Geschiebeweitergaben von 1996 bis 1998.**

<b>Jahr</b>	<b>Menge [m<sup>3</sup>]</b>	<b>Herkunft</b>	<b>d<sub>m</sub> [mm]</b>	<b>d<sub>90</sub> [mm]</b>
1996	5.500	Isar-Vorsperre	18,5	47,5
1997	22.000	Isar-Vorsperre	19,9	39,8
1998	7.000	Isar-Vorsperre	26,0	72,8
1998	800	Arzbach (Treibholzfang)	? „grob“	?
1998	2.000	Rißbach	24,9	76,4
1998	2.000	Rißbach (Mündung Isar)	15,0	38,3
1998	5.000	Rißbach	29,7	82,4
1998	1.000	Dürrach (Stierschlagsperre)	50,6	104,8
1998	2.000	Dürrach (Stierschlagsperre)	59,5	133,2
1998	2.000	Isar-Vorsperre	?	?
1998	3.000	Rißbach	? „grob“	?

Kontraproduktiv für die Geschiebezusammensetzung im UG ist freilich, wenn, wie im Januar 2012 geschehen, die eher größeren Ablagerungen im obersten Bereich der Stauwurzel (Fkm 202,20) maschinell entnommen werden um sie, statt in das Unterwasser umzusetzen, wieder flussaufwärts zu verbringen und dort erneut zu dotieren. Andererseits wurde nach Erkennen des Problems zwischen 2009 und 2013 in den Abschnitt unterhalb des Sylvensteinspeichers bereits vermehrt „gröberes“ Geschiebematerial umgesetzt (insgesamt ca. 24.000m<sup>3</sup>). Das 2013 im Zuge der Sohlräumung seitlich maschinell aufgehäufte Geschiebe, das wohl in erster Linie aus der im selben Jahr erfolgten Stauraumpülung stammte, wies mit 20mm dann immerhin auch schon wieder einen mittleren Korndurchmesser auf, der deutlich höher lag, als derjenige in der Stauwurzel Bad Tölz von 2009.

Im Hinblick darauf gilt es daran zu arbeiten, dass möglichst bald auch wieder der hier postulierte „Sollwert“  $d_m \geq 30\text{mm}$  erreicht wird. Ein Schritt in die richtige Richtung ist die im Winter 2014/15 durchgeführte Umsetzung von eher größerem Material aus der Stauwurzel (Fkm 202,20) in das Unterwasser der Staustufe Bad Tölz. In diesem Zusammenhang bietet sich auch eine deutlich gesteigerte Umsetzungsmenge von aus der Dürrach entnommenem Material in den Abschnitt Sylvensteinspeicher bis Bad Tölz an.

Ein nicht zu unterschätzendes Potenzial (siehe auch Kortmannstudie) für eine Anreicherung mit größeren Geschiebeanteilen bergen zudem die im Zwischeneinzugsgebiet vom Sylvensteinspeicher bis Bad Tölz einmündenden Wildbäche. Bislang führen lediglich Arzbach und Hirschbach ihre halbwegs natürliche Geschiebemenge ungehindert in die Isar ab. Wegen bestehender Barrieren und weiterhin erfolgreicher quantitativ spürbarer Geschiebeentnahmen gelangt aus Jachen und Schwarzenbach hingegen nahezu gar kein Geschiebe mehr in die Isar. Auch aus dem Steinbach (Gaißbach) wird nach wie vor ein Großteil des Geschiebes entnommen. Als positiver Schritt ist der inzwischen am Steinbach (Wackersberg) erfolgte Umbau der Geschieberückhaltesperre in eine Geschiebedosiersperre zu werten. Dennoch wird auch aus diesem Zubringer weiterhin Geschiebe entnommen, welches die Isar dringend benötigt.



**Abbildung 96: „Opferstrecke“ (2014/15): aus der Stauwurzel neu umgesetztes Material**



**Abbildung 97: deutlich gröber als das Material von 2013 (in rechter, höherer Halde)**



**Abbildung 98: Arzbach: bringt grobes Geschiebe in die Isar**



**Abbildung 99: Arzbach (Ortsbereich): harter, jedoch geschiebedurchlässiger Ausbau**



**Abbildung 100: Hirschbach (Mündung): bringt grobes Geschiebe**



**Abbildung 101: Steinbach (Wackersberg): mit neuer Geschiebedosiersperre**

### **3.5.4 Praxis der Stauraumpülung und fischökologisches Konfliktpotenzial**

Zweck der Stauraumpülungen ist ein quantitativer Weitertransport des in der Stauwurzel ankommenden Geschiebes in das Unterwasser der Stufe Bad Tölz möglichst auf natürlichem Wege. Geregelt wurde das Vorhaben zunächst durch den Planfeststellungsbescheid „zur Veränderung des Tölzer Isarstausees in Bad Tölz“ vom 24.04.1991. Damals wurde zur Durchführung von Spülungen noch ein Isarabfluss von 200 bis 300m<sup>3</sup>/s über eine Zeitspanne von mindestens 8 Stunden für erforderlich gehalten. Aufgrund der praktischen Erfahrung mit erfolgten Stauraumpülungen wurde die für einen Geschiebetransport mindestens erforderlich erachtete Abflussmenge später herabgesetzt. Entsprechend wurde 2001 festgesetzt, dass schon bei Erreichen eines Abflusses von 150m<sup>3</sup>/s über mindestens 24 Stunden gespült werden und ein Wiederaufstau erst bei Unterschreiten eines Abflusses von 100m<sup>3</sup>/s erfolgen soll. Inzwischen wird sogar schon abgestaut, sobald ein Isarabfluss von 100m<sup>3</sup>/s nachhaltig überschritten wurde. Dies geschieht bislang unabhängig von der Jahreszeit und ggf. auch mehrfach im Jahr. Man hat herausgefunden, dass sich in Bezug auf einen Spülerfolg der Nachteil eines geringeren Abflusses durch eine verlängerte Spüldauer kompensieren lässt. Dabei wird angestrebt, die Zeitpunkte der Staulegung bzw. des Wiederaufstaus möglichst so zu wählen, dass mit der Hochwasserwelle neu ankommendes Geschiebe direkt durch den Stauraum gespült wird und nicht in der Stauwurzel liegen bleibt. Demnach soll auch bei ablaufender Welle noch möglichst viel Geschiebe über die Stauwurzel hinaus weiter in den Stauraum transportiert werden. Es wurde festgestellt, dass selbst bei einem Abfluss von nur 70m<sup>3</sup>/s in der Stauwurzel noch Geschiebe in Bewegung bleibt (Frau Schulze, WWA Weilheim, pers. Mitt.). Durch eine mit dem Sylvensteinspeicher koordinierte Abflusssteuerung lässt sich eine Spülung darüber hinaus weiter optimieren. In Anschluss an die Stauraumlegung erfolgt unter Zuhilfenahme von wieder aufgefülltem Stauraumvolumen noch eine „geschiebefreie“ Nachspülung um abflussbehindernde bzw. gefällevermindernde Geschiebeablagerungen im Unterwasser des Kraftwerks sowie im Bereich des Kläranlagenauslaufs möglichst zu beseitigen. Es ist offensichtlich, dass bei dem Konzept der Stauraumpülungen, wie es derzeit umgesetzt wird, wirtschaftliche Überlegungen im Vordergrund stehen. Entsprechend geht es dabei allein darum, ungeachtet der beteiligten Korngrößen, möglichst viel Geschiebemasse durch Strömungskraft in das Unterwasser der Staustufe zu befördern und dabei abflussbehindernde Geschiebeablagerungen in der Stauwurzel weitestgehend zu vermeiden.

Während eines Hochwasserereignisses Anfang August 2014 wurde der Stau für die Dauer von 3 Tagen gelegt. In dieser Zeit lag der Abfluss allerdings fast durchgehend über 220m<sup>3</sup>/s. Im Zuge dessen wurde auch die zuvor in der „Opferstrecke“ aufgehäufte, rund 50.000m<sup>3</sup> umfassende Kieshalde etwa zur Hälfte abgetragen (siehe Abb. 103). Im Abtragungsbereich der Halde zurück geblieben sind nur große Steine und Blöcke. Auch musste diesmal die Sohle im Unterwasser der Stufe Bad Tölz nicht geräumt werden. Demnach erfolgt zumindest bei Abflüssen über 200m<sup>3</sup>/s von der Staustufe abwärts ein quantitativer Ab- und Weitertransport von Geschiebe mit Korngrößen, die deutlich über diejenigen von Grobkies hinausgehen. Dass dies hingegen im Unterwasser sowie im weniger gefällereichen und damit weniger geschiebedurchgängigen Stauraum bei Abflüssen deutlich unter 200m<sup>3</sup>/s auch noch der Fall ist, muss aufgrund der hierzu vorliegenden Gutachten (z.B. Scheuerlein et al. 1996) allerdings bezweifelt werden. Vielmehr ist zu erwarten, dass bei Abflüssen deutlich unter 200m<sup>3</sup>/s nur noch eher einheitlich sortierte Chargen in das Unterwasser gelangen und von dort weiter transportiert werden, die vorwiegend aus Mittelkies oder noch kleineren Korngrößen und damit kaum noch aus den erwünschten, sohlstabilisierenden Grobkornkomponenten bestehen.



**Abbildung 102: Fkm 198,4 (18.6.14): Halde vor dem Abtrag durch Hochwasser**



**Abbildung 103: Fkm 198,4 (11.8.14) Halde nach Hochwasserabtrag: nur grobe Elemente blieben zurück**

Hinzu kommt, dass sich eine schubweise Beschickung der an das Unterwasser anschließenden Isarstrecke mit einheitlich sortierter und im Schnitt wesentlich zu feiner Körnung letztlich auch auf die dort vorhandene Gewässerökologie eher belastend auswirkt. Grund hierfür ist die Mobilität der kleinen Korngrößen auch bei niedrigen Abflüssen. Dieser ökologisch negativ wirkende Effekt kommt vorwiegend in verbauten bzw. Abschnitten mit geringer Breitenvarianz zum Tragen.

Unter den gegebenen Verhältnissen ökologisch wesentlich günstiger wäre es deshalb, wenn das aktiv in Bewegung gesetzte Körnungsspektrum breiter gefasst wäre und dabei einer natürlichen Zusammensetzung möglichst nahe käme. Diese Vorgaben erreicht man freilich umso eher, je höher der Abfluss während der Spülung ist. Speziell in Bezug auf diesen Aspekt erscheint das aus der Stauwurzel maschinell umgesetzte und seitlich in der „Opferstrecke“ gelagerte Geschiebe sogar die flussökologisch verträglichere und wirksamere Alternative zu sein, sofern es in einer entsprechend heterogenen Zusammensetzung seitlich angehäuft wird, von wo es bei Hochwasser abtransportiert werden kann.

**Wenn es um einen vernünftigen Kompromiss zwischen wirtschaftlichen Interessen und ökologischen Erfordernissen geht, lässt sich bezüglich der Abflusshöhe, welche eine Stauraumpülung auslöst, durchaus noch Nachbesserungsbedarf erkennen.**

Weitere Feinjustierungen am „Spülmanagement“ erscheinen auch in Bezug auf die Häufigkeit und das jahreszeitliche Auftreten von Spülungen sowie in Bezug auf die damit verbundenen, künstlich erzeugten Abflussschwankungen (Absenkphase; Einstauphase, Spülstöße etc.) erforderlich.

Jedes Hochwasserereignis stellt für die Flusslebensgemeinschaft eine natürliche Belastung dar. Bei den kieslaichenden Fischarten ist die Zeitspanne zwischen Eiablage und fressfähigem Brütling hier die weitaus empfindlichste Lebensphase. Wird diese durch ein zu starkes Hochwasser gestört, kann dies im Extremfall zum Ausfall eines gesamten Reproduktionsjahrgangs führen. Fischpopulationen (z.B. Huchen oder Äsche) haben ihren Laichzeitpunkt deshalb optimal an das in einem Normaljahr vorherrschende Abflussregime angepasst. Eine Risikostreuung findet zudem statt, indem Individuen innerhalb einer Population unterschiedliche Laichplatzqualitäten bzw.

unterschiedliche Laichplatzstandorte bevorzugen. Hochwasserbedingte Ausfälle können von diesen Fischarten also durchaus verkraftet werden, solange sie nicht unnatürlich häufig auftreten und zusätzlich nicht noch zu viele weitere künstliche Störfaktoren im Spiel sind. Je eingeschränkter Fischarten allerdings in ihren Möglichkeiten in Bezug auf die Laichplatzauswahl sind, desto eher kann ein hochwasserbedingter (Total-)Ausfall beim Nachwuchs eintreten.

Verdeutlichen lässt sich dies an der FFH-Anhang-II-Fischart Huchen, die unter den für das UG typischen Fischarten die größte Zeitspanne zwischen Eiablage und fressfähigem Brütling benötigt. Aus natürlichem sowie künstlich entstandenem Mangel an Alternativen (z.B. Kieslaichplätze in Zubringern bzw. Nebenarmen) bleibt dieser Fischart im UG kaum etwas anderes übrig, als überwiegend in der (zumeist eingetieften) Hauptrinne abzulaichen und das inzwischen oftmals auch noch in Kies-Substrat mit vergleichsweise feiner Körnung. Gegenüber natürlichen Laichplatzsituationen gerät das Laichsubstrat dort aber schon früher in Bewegung. Für die sich darin entwickelnde Brut bedeutet dies, dass hochwasserbedingte Ausfälle schon bei geringeren Abflüssen eintreten als bei normalen Substratverhältnissen. Wird diese mehrfach vorbelastete Situation bedingt durch eine Stauraumspülung zusätzlich von unnatürlichen Abflussveränderungen, von einer erhöhten Trift mit vorwiegend feinkörnigem Geschiebe sowie von einem erhöhten Schwebstoffeintrag überlagert, kann dies die Ausfallsrate beim Fischnachwuchs weiter deutlich erhöhen. Beim Huchen dauert die sensible Phase zwischen dem Ablachen und dem Eintreten der Schwimmfähigkeit etwa 6 Wochen. Weil sich die Huchenaichzeit im UG im Normaljahr bis Mitte April erstreckt, sollten Stauraumspülungen in den Monaten März bis Mai möglichst nur bei solchen Hochwasserabflüssen erfolgen, die so stark sind, dass dabei auch unter natürlichen Bedingungen eine Schädigung der Eier bzw. Dottersackbrut im Kieslückensystem zu erwarten gewesen wäre.

**Um die sensiblen Lebensphasen möglichst vieler isartypischer Fischarten nicht übermäßig zu beeinträchtigen, sollte das Spülkonzept mit jahreszeitlichen Einschränkungen im Zeitraum zwischen Mitte Oktober (Bachforelle) und Ende Mai (Huchen) versehen werden.**

Dass eine solche Restriktion tatsächlich nur vergleichsweise selten greifen würde und somit auch wirtschaftlich verkraftbar wäre, zeigt eine Analyse der seit 1991 insgesamt 20 durchgeführten Spülungen. Aufgrund einer zeitlich entsprechend strenger gefassten Regelung (Stauraumspülung im Zeitraum zwischen Mitte Oktober und Ende Mai erst ab einem  $Q \geq 250\text{m}^3/\text{s}$ ) wären tatsächlich nur zwei der 4 im fraglichen Zeitfenster erfolgten Spülungen nicht zustande gekommen (6.5.1999 und 20.5.2015). Gerade die jüngste, am 20.5.15 bei einem Isarabfluss von  $100\text{m}^3/\text{s}$  eingeleitete Stauraumspülung ist ein guter Beleg für eine Maßnahme mit hohem ökologischem Schadenspotenzial und vergleichsweise geringem wirtschaftlichen/kraftwerksbezogenen Nutzen. Denn für den bis zu diesem Zeitpunkt nachweislich vorwiegend noch nicht schwimmfähig gewordenen Huchennachwuchs war das Risiko sehr hoch, dass bei ihm rein spülungsbedingt schwere Schädigungen hervorgerufen werden, wie sie rein abflussbedingt (jedoch ohne Spülung) letztlich wohl kaum hätten eintreten können. Tatsächlich wurde im Zuge der Stauzielabsenkung zumindest kurzfristig ein stark sohlmobilisierender Abfluss von deutlich über  $200\text{m}^3/\text{s}$  künstlich generiert, während diese Marke allein aufgrund des natürlichen Abflussgeschehens während der gesamten Spüldauer niemals erreicht worden wäre. Tatsächlich darf der Stau pro Stunde um bis zu 60cm abgesenkt werden, was einen zusätzlichen Abfluss von bis zu  $40\text{m}^3/\text{s}$  generiert.

Hier sollte abgewogen werden, ob es wirklich dafür steht, bei eher moderatem Hochwasserabfluss durch eine mit rascher Stauabsenkung verbundenen Spülung den Reproduktionserfolg einer

gesamten Generation des Huchens oder auch anderer teils gefährdeter Fischarten aufs Spiel zu setzen.

Darüber hinaus stellt sich die Frage, ob bzw. inwieweit man zum Schutze der betroffenen aquatischen Lebensgemeinschaft nicht zusätzlich auch die Frequenz der Spülungsereignisse nach oben hin begrenzen sollte. Auch besteht Regelungsbedarf bei den im Zuge von Staulegungen künstlich erzeugten Abflussveränderungen (Festlegung von Maxima für eine relative Veränderung und deren Geschwindigkeit). Speziell zu Zeiten, wo sich noch relativ schwimmschwache Fischbrut bevorzugt in flachen Uferzonen aufhält, ist die Gefahr groß, dass der Nachwuchs bei unnatürlich rasch wechselnden Wasserständen nicht mehr in der Lage ist, seinen Aufenthaltsort adäquat zu verändern. Im ungünstigsten Fall fallen die bevorzugten Standorte zu schnell trocken und die dort zurückgebliebenen Fische verenden an Sauerstoffmangel oder weil sie stranden (direkte Verluste). Ein unnatürlich rasch erzwungener Standortwechsel macht die Fischbrut zudem anfälliger gegenüber Fressfeinden (indirekte Verluste). Schließlich sollte auch noch näher geregelt werden, zu welchen Zeiten Sohlräumungen bzw. Geschiebeumsetzungen möglichst nicht stattfinden sollten. Da solche Maßnahmen aus technischen Gründen nur bei geringen Abflüssen erfolgen können, werden dabei abflussuntypische Schwebstoffmengen frei gesetzt. Im jeweils unterhalb anschließenden Gewässerabschnitt erwächst daraus ein erhöhtes „Kolmationsrisiko“, welches u.a. auch das Laichgeschehen, den Schlupferfolg sowie die Embryonalentwicklung von kieslaichenden Fischarten empfindlich beeinträchtigen kann. Während der entsprechenden Laichzeiten und der anschließenden Entwicklungsphasen zum fressfähigen Brütling sollten Arbeiten in der Gewässersohle deshalb möglichst unterbleiben. Die störungsfreie Kernzeit sollte hier zumindest die Monate März bis Mai umfassen.

## 4. Zusammenfassung der Defizite, Handlungsbedarf, Empfehlungen

### 4.1 Geschiebekonzept

Das 1991 initiierte Geschiebekonzept erscheint alternativlos, wenn man vorrangig das übergeordnete Ziel vor Augen hat, der voranschreitenden Eintiefung der frei fließenden Isar zwischen Sylvensteinspeicher und Landshut zu begegnen und sich dem Leitbild und den Entwicklungszielen für die Isar von der Landesgrenze bis Landshut möglichst wieder anzunähern. Wie vorliegende Untersuchungen zeigen, hat sich die wieder erhöhte Geschiebezufuhr im relativ stark verbauten UG bislang nicht so positiv ausgewirkt, wie man sich das erhofft hat. Im unten anschließenden Abschnitt bis hinab zur Loisachmündung haben hingegen in den letzten 20 Jahren überall dort, wo sich die Isar innerhalb eines breiten Hochwasserbetts noch frei bewegen konnte, teils sehr beachtliche Flusslaufverlagerungen stattgefunden, welche es in dieser Intensität zuvor Jahrzehnte lang nicht mehr gegeben hat. Es ist davon auszugehen, dass das dem Fluss wieder vermehrt zur Verfügung stehende Geschiebe hierbei eine wesentliche Rolle spielt. Ein bemerkenswertes Beispiel für eine sehr positive Entwicklung findet sich zwischen Gartenberg und Waldram bei Fkm 180,9. Innerhalb eines breiten, kiesigen Hochwasserbetts entwickelte die Isar dort linksseitig eine stark in die Grundmoräne einschneidende schmale Kolkrinne, die wegen ihrer starken Ausprägung auch in der „Kortmannstudie“ gesonderte Erwähnung findet (siehe Abb. 104). Im Jahr 2010 war diese Rinne an ihrer schmalsten Stelle schließlich nur noch etwa 10m breit und bis zu 5m tief. Das rechtsseitige, weiterhin nicht bewachsene Gleitufer war überhöht, extrem grobkörnig und fiel sehr steil in die Rinne ab. Seit 2011 ist diese Rinne nun ein Altwasserarm. Mittels eines bei Hochwasser vorangetriebenen Geschiebewalls wurde sie vom Fluss eigendynamisch still gelegt. Die Isar hat ihren Lauf dort inzwischen wieder mehr auf die rechte Seite des Hochwasserbetts verlagert, wo sie sich nun wieder mehrarmig über einer angehobenen, lockeren Kiessohle bewegt.



**Abbildung 104: Kolkrinne bei Fkm 180,9 im Jahre 1983 (aus: Kortmann und Grebmayer 2000)**



**Abbildung 105: Fkm 180,9: Rückentwicklung von einer Kolkrinne zu einem verzweigten Flusslauf**

### **Geschiebemenge und Korngrößen**

In vorliegender Studie wurden sowohl hinsichtlich der erforderlichen Geschiebemengen als auch hinsichtlich der erforderlichen Korngrößenzusammensetzung Defizite festgestellt. Seit 1991 dürften pro Jahr im Durchschnitt etwa nur rund 20.000m<sup>3</sup> Geschiebe spülbedingt oder mittels maschineller Umsetzung in das Unterwasser der Staustufe Bad Tölz gelangt und von dort strömungsbedingt weitergetragen worden sein. Die mittlere Korngröße dieses Geschiebes dürfte bislang (2014) zwischen 10mm und 20mm gelegen haben.

**Als dringend erforderlich wird demgegenüber eine mittlere Jahresmenge von 30.000m<sup>3</sup>, besser aber von 40.000m<sup>3</sup> erachtet (Kap. 3.5.2), die einen mittleren Korndurchmesser von mindestens 30mm und einen d<sub>90</sub> –Wert von mindestens 63mm (≥ Grobkies) aufweist (Kap. 3.5.3).**

Erreichen ließe sich diese Vorgaben, indem entsprechend mehr und vor allem gröberes autochthones Geschiebematerial (z.B. aus der Dürrach) in den Abschnitt zwischen Sylvensteinspeicher und Bad Tölz umgesetzt wird. Zudem ließe sich der Geschiebeeintrag aus den innerhalb dieses Abschnitts mündenden Wildbächen mittels wasserbaulicher Maßnahmen weiter erhöhen. Aber auch die mittelfristig weiterhin kaum zu vermeidenden Geschiebeentnahmen aus den Wildbächen sollten möglichst nicht mehr als Baumaterial verwertet, sondern vollumfänglich in die Isar umgesetzt werden, insbesondere wenn es sich dabei um eher gröberes Material handelt. Reichen die genannten Maßnahmen in Bezug auf Menge und Grobkörnigkeit in der Summe nicht aus, könnten die Zugaben durch in isarnahen Kiesgruben gewonnenes „Überkorn“ (Ursprung: „quartärer Terrassenschotter“) entsprechend ergänzt bzw. angereichert werden. Eine gezielte Beimengung von Überkorn aus Kiesgruben praktiziert bspw. das Wasserwirtschaftsamt Deggendorf seit mehreren Jahren im Rahmen des Geschiebemanagements an der Unteren Isar unterhalb der Staustufe Pielweichs.

Über eine Dynamisierung des Abflusses aus dem Sylvensteinspeicher ließe sich vermehrt gröberes Korn in die Stauwurzel des Tölzer Stauraumes transportieren und bei optimierter Koordination während der Stauraumpülungen auch noch effektiver durch den Stauraum hindurch transportieren.

### **Zugabeort und Zugabeweise**

Die im UG bislang genutzte Zugabestelle (Fkm 199,0 bis 198,2: „Opferstrecke“) bietet eine gute Zufahrtmöglichkeit bei vergleichsweise kurzen Anfahrtswegen. Auch aus gewässerökologischer Sicht ist es sinnvoll, diese Zugabestelle als alleinigen Dotations- und zugleich Sohlräumort beizubehalten (Ausnahme: lokale Grobkorneinbringung zur gezielten Deckschichtbildung). Nur in Bezug auf diesen Bereich lässt sich das Störungspotenzial mittel- bis langfristig auf einen einzigen definierten Abschnitt beschränken. Negative Auswirkungen auf die Fischzönose sowie die fischereiliche Qualität in der Opferstrecke sind durch geeignete Ausgleichs- bzw. Ersatzmaßnahmen zu kompensieren. In der Vergangenheit bereits umgesetzte Kompensationsmaßnahmen waren infolge der vor Ort zugleich künstlich induzierten Sohldynamik meist eher nur von kurzlebiger Natur. Insofern wird angeregt, dass entsprechende Maßnahmen in Zukunft vorwiegend im unterhalb anschließenden Isarabschnitt verwirklicht werden. In der „Opferstrecke“ hat es sich sehr bewährt, das umzusetzende bzw. bei einer ggf. erforderlich gewordenen Sohlräumung anfallende Geschiebe entlang des orografisch linken (Prall-)Ufers in Form einer locker gelagerten Steilhalde aufzuschütten. Dort besteht eine Lagerkapazität für mehr

als 50.000m<sup>3</sup> Geschiebe. Es versteht sich von selbst, dass die Geschiebelagerungen grundsätzlich so zu gestalten sind, dass sie die Funktionsfähigkeit der Fischwanderhilfe an der Stufe Bad Tölz allenfalls unwesentlich beeinträchtigen. Selbiges gilt für Räumungen der Sohle nach Stauraumspülungen durch den Betreiber der Wasserkraftanlage.

Heterogen zusammengesetztes Geschiebematerial mit Korngrößen von bis zu 63mm (Grobkies) und auch noch darüber wird von der Isar von hier aus etwa ab Abflüssen  $\geq 200\text{m}^3/\text{s}$  ( $\approx \text{HQ}_1$ ) gleichmäßig abgetragen und mitgenommen. Die daraus resultierenden Geschiebebewegungen im weiteren Verlauf der Isar kommen einer natürlichen Sohldynamik sehr nahe. Zu vermeiden sind hingegen Sohlbewegungen, die bereits bei Abflüssen von deutlich unter  $200\text{m}^3/\text{s}$  oder gar schon unter  $100\text{m}^3/\text{s}$  ausgelöst werden, weil dies zunehmend zu unnatürlich ungünstigen Bedingungen im aquatischen Lebensraum führt. Dementsprechend ist bei der Herstellung einer Geschiebehalde darauf zu achten, dass diese vor einem zu frühzeitig erfolgenden Abtrag geschützt wird. Speziell das flussseitig abgelagerte, und damit dem Strömungsangriff am stärksten ausgesetzte Material sollte deshalb möglichst grob und möglichst heterogen zusammengesetzt sein. Zum Schutze der Frühjahrslaicher (Huchen, Äsche, Nase u.a.) sollten maschinell erfolgende Eingriffe in die benetzte Sohle darüber hinaus keinesfalls in den Monaten März bis Mai erfolgen. Aber auch die Bachforellenlaichzeit sollte hier, soweit irgend möglich, im Auge behalten werden. Die Bachforellenlaichzeit beginnt in der Isar frühestens Mitte Oktober, spätestens Anfang November. Gesamtheitlich ist jedoch dem Schutz frühjahrslaichender Fischarten der weitaus größere Stellenwert einzuräumen.

## **4.2 Spülmanagement des Tölzer Stauraums**

Die Stauraumspülungen sind als unverzichtbarer Teil des Geschiebekonzepts zu verstehen. Sie liegen im Verantwortungsbereich der Stadtwerke Bad Tölz. Durch sie sollen die ansonsten im Stadtgebiet von Bad Tölz im Rahmen des Hochwasserschutzes erforderlichen Kiesräumungen auf ein Mindestmaß beschränkt werden. Diese Stauraumspülungen am Kraftwerk Bad Tölz werden auch aus fischökologischer Sicht ausdrücklich befürwortet. Beim derzeit praktizierten Spülmanagement stehen hier allerdings wirtschaftliche Interessen zu stark im Vordergrund (vgl. Kap 3.5.4). Derzeit wird der Spülprozess im Stauraum Bad Tölz unabhängig von der Jahreszeit und ggf. auch mehrmals im Jahr eingeleitet, sobald dort der Isarabfluss  $100\text{m}^3/\text{s}$  überschritten hat. Dabei darf der Stauraum mit einer Absenkgeschwindigkeit von bis zu  $60\text{cm}/\text{h}$  entleert werden, was entsprechend mit einer relativ abrupt eintretenden Abflusserhöhung um bis zu  $40\text{m}^3/\text{s}$  verbunden ist. Der Wiedereinstau erfolgt erst, sobald ein am Kraftwerk ankommender Isarabfluss von  $100\text{m}^3/\text{s}$  unterschritten wird. Auch der Aufstauprozess kann im UG mit einer abrupten Abflussveränderung einhergehen. Weitere künstlich erzeugte, abrupte Abflussveränderungen können im Zuge gezielter Freispülungsaktion der Sohle im Unterwasser des Kraftwerks eintreten.

Sofern Spülungen bei Abflüssen unter  $200\text{m}^3/\text{s}$  erfolgen, muss davon ausgegangen werden, dass dabei vorwiegend wesentlich zu einheitlich sortiertes und wesentlich zu feines Geschiebe in das UG eingetragen wird. Dieser selektive Eintrag in das UG begünstigt, zumindest abschnittsweise, die Ausbildung unnatürlicher, feinkörniger Sohlverhältnisse. Zum anderen führen diese kleinen Korngrößen dort schon bei viel zu geringen Abflüssen, die natürlicherweise nicht bettbildend wären, zu einer unnatürlich frühen Mobilisierung der Sohle. Beide Auswirkungen sind unabhängig voneinander wie in Kombination als erheblich zu werten, da sie der Ausbildung eines natürlichen Fischbestandes stark entgegen wirken. Die Negativwirkung auf die aquatische

Lebensgemeinschaft potenziert sich, wenn Stauraumspülungen bei vergleichsweise geringen Spülabflüssen gleich mehrmals im Jahr zur Ausführung kommen.

Besonders hohes Schadenspotenzial bergen Stauraumspülungen, wenn sie während der Laichzeiten von Kieslaichern und der sehr empfindlichen Entwicklungsphase zwischen Ei und fressfähigem Brütling auftreten. Dies gilt insbesondere dann, wenn dadurch sohlmobilisierende Abflüsse künstlich generiert werden, die bei natürlichem Abflussgeschehen im Spülzeitraum nicht eingetreten wären. Schließlich können zu abrupt erfolgende Abflussveränderungen, ähnlich wie bei dem sog. Schwellbetrieb, zu erheblichen Schäden im Fischbestand führen. Nachspülungen zum Zwecke einer Sohlräumung im Unterwasser der Staustufe Bad Tölz werden prinzipiell befürwortet. Doch muss sich der künstlich erzeugte Abflusswechsel sowohl der Höhe nach als auch bezüglich der Veränderungsgeschwindigkeit innerhalb eines fischverträglichen Rahmens bewegen.

Mithilfe eines ökologisch optimierten Spülmanagements könnte sichergestellt werden, dass sich Ausfälle bei Eiern, Dottersacklarven und schwimmfähiger Brut flusstypischer Fischarten minimieren lassen, die infolge Stauraumspülungen über ein natürliches Maß hinaus generiert werden. Auch sollte damit eine spülbedingte Selektion in Richtung einer zu einheitlichen und zu feinen, bewegten Sohle möglichst gering gehalten werden. Da das im Zuge von Stauraumspülungen in Bewegung geratende Geschiebe jedoch generell dazu tendiert, unnatürlich gleichmäßige Korngrößen-sortierungen auszubilden, wird die maschinelle Umsetzung von Geschiebematerial mit möglichst natürlicher Korngrößenverteilung im Sinne der Gewässerökologie als zumindest gleichwertige Alternative einer Geschiebeweitergabe durch Staulegung angesehen, die es deshalb nicht mit allen Mitteln zu vermeiden gilt.

**Unter Abwägung fischökologischer und wirtschaftlicher Interessen, sowie in Erwartung einer wieder zunehmenden mittleren Korngröße in der Stauwurzel Bad Tölz wird für das Spülmanagement folgender Kompromiss vorgeschlagen:**

- **Im Zeitraum vom 1. Juni bis zum 15. Oktober kann die erste Spülung innerhalb eines Kalenderjahres erfolgen, sobald der natürliche Zufluss am Kraftwerk auf über  $150\text{m}^3/\text{s}$  gestiegen ist und dieser Wert mithilfe eines dynamisierten Sylvensteinabflusses dann für mindestens 48 Stunden nicht mehr unterschritten wird. Der Wiedereinstau erfolgt spätestens, sobald der Abfluss unter  $100\text{m}^3/\text{s}$  gefallen ist.**
- **Die zweite Spülung innerhalb eines Kalenderjahres im o.g. Zeitraum oder eine erste Spülung im Zeitraum vom 16. Oktober bis zum 31. Mai kann erfolgen, sobald der natürliche Zufluss auf über  $200\text{m}^3/\text{s}$  gestiegen ist und dieser Wert mithilfe eines dynamisierten Sylvensteinabflusses dann für mindestens 48 Stunden nicht mehr unterschritten wird. Der Wiedereinstau erfolgt spätestens, sobald der Abfluss unter  $100\text{m}^3/\text{s}$  gefallen ist.**
- **Jede weitere Spülung innerhalb eines Kalenderjahres kann erfolgen, sobald der natürliche Zufluss auf über  $250\text{m}^3/\text{s}$  gestiegen ist und dieser Wert mithilfe eines dynamisierten Sylvensteinabflusses dann für mindestens 48 Stunden nicht mehr unterschritten wird. Der Wiedereinstau erfolgt spätestens, sobald der Abfluss unter  $100\text{m}^3/\text{s}$  gefallen ist.**

- Ein im Rahmen einer Stauraumspülung bzw. einer Nachspülung mittels Stauzielveränderung künstlich erzeugter Abflusswechsel darf vom Stauraumzufluss nach unten maximal um 20%, nach oben maximal um 40% abweichen. Pro 15 minütiger Zeitspanne darf der Abfluss am Kraftwerk im Falle einer Drosselung jedoch maximal um 5%, im Falle einer Erhöhung maximal um 10% künstlich verändert werden.

### **4.3 Fischökologie**

Im UG wurde ein genereller Mangel an Lebensraumvielfalt (Verzweigungsgrad, Breiten- und Tiefenvarianz, Temperaturgradient im Querschnitt, grobe Störstrukturen) festgestellt, welcher sich letztlich auch negativ auf Qualität und Ausstattung von Teillebensräumen auswirkt, die von den isartypischen Fischarten benötigt werden. Den vorliegenden Defiziten entsprechend befindet sich der Fischbestand entsprechend dem Bewertungssystem nach EU-WRRL lediglich in einem „mäßigen“ Erhaltungszustand. Das Artenspektrum des Leitbilds weist heute zwar nur relativ wenige Lücken auf. Allerdings finden sich bei den noch vorhandenen Arten in Bezug auf Bestandsdichte und Altersaufbau teils massive Defizite (vergl. Kap. 3.3.4). Zudem ist die auf einer natürlichen Entwicklung basierende Fischbiomasse im UG insgesamt deutlich zu gering. Eine halbwegs erfolgversprechende Angelfischerei ist deshalb derzeit nur auf Basis von Besatz mit teils bereits fangfähigen Forellen möglich.

Im Rahmen durchgeführter Untersuchungen wurde das grundlegende Problem erkannt, dass die seit 1991 erfolgenden Geschiebeweitergaben im UG bislang noch keine ausreichenden Veränderungen der Sohllagen bewirkt haben, welche dem Fluss eine schrittweise Entwicklung aus seinem eingetieften, teils auch verbauten Korsett einer unverzweigten Mittelwasserrinne heraus in die Breite aus eigener Kraft ermöglichen würden. Genau dies sollte letztlich aber das Ziel dieser Maßnahme sein. Fataler Weise hat die bis dato praktizierte Geschiebemanagement bislang eher noch zu einer weiteren Monotonisierung des Lebensraumes geführt. Es ist damit zu rechnen, dass sich daran auch auf absehbare Zeit nicht viel ändern wird, sofern man nicht das Geschiebekonzept weiter optimiert (vergl. Kap. 4.1 und 4.2) und zur Förderung der Eigendynamik als begleitende Maßnahmen auch gezielte Eingriffe in die Gewässermorphologie (z.B. Rückbau von Ufersicherungen) vornimmt. Als Zwischenlösung und zur Eingriffskompensation bietet sich an, lokal begrenzt auch stark defizitäre (Ersatz-)Teillebensräume künstlich herzustellen. Da künstlich hergestellte Ersatzstrukturen ihre Funktionsfähigkeit aber relativ rasch wieder verlieren können, gilt es das Hauptaugenmerk auf solche Eingriffe zu richten, die den Fluss in die Lage versetzen, defizitäre Teillebensräume unter dem Einfluss des zugeführten Geschiebes wieder von selbst ausbilden zu können. Entsprechend wirkende Maßnahmen wurden bereits sowohl im Gewässerentwicklungskonzept (PAN; Entwurf 2009) als auch im FFH-Managementplan (Entwurfassung) vorgesehen. Im UG sind diese Maßnahmen bislang jedoch nur spärlich umgesetzt worden. Einzige Ausnahme bildet eine bereits Ende der 1980er Jahre zwischen Fkm 191,5 und 191,3 erfolgte linksseitige Uferentsteinung, welche die langfristig ausgelegte Wirksamkeit solcher Maßnahmen eindrucksvoll unter Beweis gestellt hat. Inzwischen ist genau dort von selbst ein Nebenarm entstanden, der sowohl ein Jungfischhabitat (Jf-18) als auch einen Wintereinstand (Wi-8) mit jeweils sehr hoher ökologischer Bedeutung beherbergt.

**Tabelle 12: Erhaltungszustände typspezifischer Fischarten im UG sowie Art und Ausmaß von Defiziten bei den Teillebensräumen**

typspezifische Fischarten im UG: Defizite im IST-Zustand							
Fischart	(Kies-) Laichplatz	Jungfischhabitat	Wintereinstand	Hochwassereinstand	Einstand Adulte	Population	Populationslimitierend
Huchen	○	●	●●	○	●	●●	1/3/5/6/8
Bachforelle	○	●●●	●●	○	●●●	●●●	1/3/6/10
Äsche	○	○	●	○	●	●	1/ 7/9
Barbe	○	●●●	●●●	○	●	●●●	1/2/3/4/5/6/8
Nase	○	●●●	●●●	○	●	●●●	1/2/3/4/5/6/8
Aitel	○	●●	●●	○	●●	●●	1/2/3/4/5/6
Hasel	○	●	●●●	○	●	+	1/3/4/5/6/9
Elritze	○	●●	●●	○	●	●	1/2/3/4/5/6/7
Schneider	○	●●	●●●	○	●●	+	1/2/3/4/5/6
Strömer	○	●●●	●●●	○	●●	++	1/3/4/6/8
Schmerle	○	●●	●	○	●	●●	1/ 3/7
Mühlkoppe	○	●	○	○	○	●	1/ 3/7

**Legende:**

○	kein oder geringes Defizit
●	mäßiges Defizit
●●	hohes Defizit
●●●	sehr hohes Defizit
+	Fischart im UG fehlend
++	Fischart im gesamten Isarlauf fehlend
?	Kenntnisstand für Defizitanalyse nicht ausreichend
1:	Mangel an struktur- und deckungsreichen Nebenarmen
2:	Mangel an Altwasserstrukturen mit Anbindung
3:	Allgemeiner Totholzangel
4:	Sommer: Mangel an Gleitufeln mit deckungsreichen, wärmeren Flachzonen/Buchten
5:	Winter: Mangel an gut strukturierten Wasserkörpern im Hochwasserbett
6:	Winter (bei Niedrigabfluss): Mangel an massiven Totholzlagern im Wasserkörper
7:	Mangel an lückenreichen Sohlbereichen vorwiegend aus Grobkies, Steinen, (Blöcken)
8:	Mangel an kolkbildenden Grobstrukturen
9:	zu hoher Fraßdruck durch Kormoran/Gänsesäger
10:	(zu starke) Überlappung der Lebensräume adulter Huchen und adulter Bachforellen

In Tabelle 12 sind getrennt nach typspezifischen Fischarten die Defizite zusammengefasst, die im UG jeweils bei den wichtigen Teillebensräumen bestehen und in der Hauptsache für die Störungen in den zugehörigen Populationen verantwortlich sind.

Die größten Defizite finden sich dabei eindeutig bei funktionsfähigen Wintereinständen, die im UG in guter Qualität nur unregelmäßig und viel zu selten vorhanden sind, um den Fischnachwuchs während der Wintermonate ausreichend vor Fressfeinden schützen zu können. Betroffen sind hiervon nahezu alle isartypischen Fischarten. Auch die Ausstattung mit hochwertigen Jungfischhabitaten lässt deutlich zu wünschen übrig. Betroffen hiervon sind insbesondere die

meso-eurythermen Arten (vergl. Kap 3.2.3; Tab. 1), deren Jungfische auf Flachzonen angewiesen sind, welche sich im Sommer rasch erwärmen. Aber auch der Nachwuchs der Bachforelle findet im vorwiegend unverzweigten Flusslauf kaum noch hochwertige Einstände.

**Auffällig ist, dass letztlich alle Fischarten unter dem Mangel an struktur- und deckungsreichen Nebenarmen leiden, wenn auch aus teils recht unterschiedlichen Gründen. Im UG liegt der Anteil der verzweigten Abschnitte an der Gesamtlauflänge derzeit unter 10%. Das ist entschieden zu wenig. Der Anteil sollte mittelfristig auf mindestens 30% erhöht werden.**

Wenn es um die Beseitigung unterschiedlichster Defizite geht, ist dem Rückbau von Ufersicherungen höchste Priorität einzuräumen, da im Zuge dessen die größten Synergie-Effekte zu erwarten sind. Zunächst lässt sich dadurch eine Verminderung der Schleppkraft induzieren, was sich unterstützend auf die sohlanhebende Funktionsweise des zugeführten Geschiebes auswirkt. Steigt die Sohle und stehen dem Fluss seitlich ausreichend „Angriffsflächen“ zur Verfügung, kann er seinen Lauf in die Breite entwickeln, sich dann letztlich auch wieder verzweigen und in einem weiteren Schritt auch wieder Altarmstrukturen ausbilden. Unter Mithilfe des durch Seitenerosion natürlich in den Wasserkörper gelangenden Totholzes können defizitäre Teillebensräume dabei ganz von alleine neu entstehen. Feinkörniges Geschiebe (aus Mittel- und Feinkies), welches in der Sohle eines vorwiegend steilufrigen, eingetieften Mittelwasserbetts eher fehl am Platze ist, weil es dort viel zu leicht beweglich ist und damit produktionshemmend wirkt, kann seine ökologische Bedeutung als Substrat bei der Wiederherstellung bzw. Neubildung flach auslaufender, gut strukturierter Gleitufer wieder voll entfalten.

Weil wegen der oberliegenden Stauhaltungen auch weiterhin nicht genügend grobes Totholz eingetragen werden kann, um der Rolle als natürlicher Strukturbildner im Mittelwasserbett des jeweiligen Hauptarms in ausreichendem Maße gerecht werden zu können, bietet sich an, hierfür ersatzweise auch Steinblöcke einzusetzen, die bei der Auflösung von Uferverbauungen anfallen. Alte Uferverbauungen können aber auch im Rahmen eines „ursachenorientierten Flussbaus“ als Baumaterial (z.B. für eine Lenkbühne) Verwendung finden. Beim sogenannten „Instream River Training“ geht es darum, Sekundärströmungen zu erzeugen, mit deren Hilfe gezielt Erosions- und Sedimentationsprozesse ausgelöst werden, welche den Fluss wiederum in seiner Entwicklung zu einem flussmorphologischen Gleichgewicht unterstützen.

Speziell in tiefen, schmalen Kolkrinnen, deren Gerinnegeometrie sich so stark in eine unnatürliche Form verändert hat, dass ein Gegensteuern ohne Einsatz weiterer Hilfsmittel kaum noch möglich erscheint, ließen sich Sohlhebungen einleiten, indem man dort gezielt grobe Ufersteine als sohlstabilisierenden Unterbau einbringt. Je nach Bedarf (z.B. Gefährdung von Bootsfahrern) können die Blöcke noch sekundär mit grobem Deckschichtmaterial überlegt werden. Das entsprechende benötigte Deckschichtmaterial könnte entweder im Zuge einer parallel vor Ort erfolgenden Kiesbankremobilisierung gewonnen, oder in Form von Überkorn aus benachbarten Kiesgruben angefahren werden.



***Abbildung 106: Pupplinger Au: Totholz als natürlicher Strukturbildner***



***Abbildung 107: Fkm 190,9: erodierte Uferverbauung als effektiver Ersatzstrukturbildner***

Da eine entsprechend initiierte Flussdynamik erfahrungsgemäß viele Jahre benötigt, bis sich in der Folge eine adäquate Ausstattung mit Teillebensräumen von alleine ausgebildet haben wird, erscheint es zur Überbrückung zweckmäßig, bestandslimitierende Teilhabitate zwischenzeitlich künstlich aufzuwerten bzw. neu zu schaffen. Ein erstes Maßnahmenpaket zur Verbesserung der Ausstattung des UG mit hochwertigen Wintereinständen wurde bereits im Spätherbst 2014 durch das WWA Weilheim umgesetzt (Maßnahmen W1/W2/W3/W5). Neben dem Bau weiterer Wintereinstände bietet sich an, Altwasserstrukturen besser anzubinden oder neu zu schaffen sowie bereits bestehende Jungfischhabitate weiter aufzuwerten.

## **5. Vorschläge zur Aufwertung defizitärer Habitate**

Nachfolgend ist ein Katalog von Maßnahmen zusammengestellt, welcher, der Fragestellung entsprechend, schwerpunktmäßig auf eine verbesserte Ausstattung des UG mit defizitären Teillebensräumen für isartypische Fischarten abzielt. Die Maßnahmen sind aufeinander abgestimmt und als Gesamtpaket so ausgelegt, dass hiervon nicht nur die im UG lebenden Fische profitieren, sondern der gesamte Fließgewässerlebensraum über die Grenzen des UG hinaus. Naturschutzfachliche Konflikte, die sich im Zuge der Maßnahmenumsetzung niemals ganz vermeiden lassen (z.B. Eingriffe in Lebensraumtypen, die im Standarddatenbogen des FFH-Gebiets Nr. 8034-371 gelistet sind), wurden so gering wie möglich gehalten. Im Zweifelsfall wurde gemäß der Leitlinie des Managementplans „Dynamik vor Statik“ abgewogen, wonach der eigendynamischen Entwicklung eines Flussabschnittes Vorrang vor dem Schutz einzelner Lebensraumtypen eingeräumt wird. Auch sicherheitstechnische Aspekte (z.B. Gefährdung von Bootsfahrern) wurden beachtet. Mit Blick auf die dort regelmäßig künstlich ausgelösten Sohllagenveränderungen wurden im Isarabschnitt zwischen der Staustufe Bad Tölz und Fkm 198,2 Maßnahmen bewusst ausgespart, zumal das Risiko eines „Fehlschlags“ in dieser sog. Opferstrecke letztlich zu hoch erschien.

Ansonsten erfolgte eine enge Abstimmung mit Maßnahmenvorschlägen, die sich im jeweils im Entwurf vorliegenden Gewässerentwicklungskonzept (GEK) für die Isar zwischen der Landesgrenze und dem Ickinger Wehr (PAN 2009) sowie im Managementplan für das FFH-Gebiet 8034-371 „Oberes Isartal“ (2013) wiederfinden. Als eine bedeutende Grundlage für die Erarbeitung des GEK ist an dieser Stelle ausdrücklich auf die sehr umfassend und gründlich erarbeitete sog. „Kortmannstudie“ (Kortmann & Grebmayer 2000) zu verweisen. Ziel des GEK ist die Schaffung eines durchgängigen, naturnahen Gewässersystems, das den Anforderungen des „guten Zustandes“ nach EU-Wasserrahmenrichtlinie entspricht und zugleich die Vorgaben für das europäische Schutzgebietssystem „Netz NATURA 2000“ berücksichtigt. Nachdem im UG die Fischfauna die einzige Qualitätskomponente ist, die bislang lediglich eine „mäßige“ Bewertung erreicht hat, sollte es nicht weiter verwundern, dass zwischen den im GEK diesbezüglich gemachten Verbesserungsvorschlägen und dem hier speziell auf das UG zugeschnittenen Maßnahmenkatalog vom Grundsatz her ein sehr hoher Übereinstimmungsgrad besteht.

Die hier gemachten Vorschläge nehmen allerdings meist deutlich detaillierter Bezug auf die spezifischen räumlichen Gegebenheiten, was die praktische Umsetzung erleichtern soll. Eine detaillierte Ausführungsplanung können sie freilich nicht ersetzen. Dies gilt insbesondere für Maßnahmen, die mit Uferrückbau, Sohlanhebung und/oder einer dazu erforderlichen Verlegung von Wegen verbunden sind.

Vorrangiges Ziel des Maßnahmenpakets ist es, mit einem Mindestmaß an Eingriffen die größtmögliche Hebelwirkung auf dem Weg zu einem leitbildkonformen Fischbestand zu erreichen und damit für die Isar langfristig weit mehr zu tun, als nur einen Ausgleich für fischökologische und fischereiliche Beeinträchtigungen zu schaffen, die im Zuge der Geschiebepbewirtschaftung bereits eingetreten bzw. weiterhin zu erwarten sind.

## **5.1 Maßnahmenpaket**

Das Maßnahmenpaket enthält folgende Bausteine, die je nach Maßnahme auf unterschiedliche Weise miteinander kombiniert werden.

- Uferrückbau
- Partieller Uferrückbau
- Abtrag von Vorland
- Abtrag Damm/Weg
- Rückverlegung eines ufernahen Wegs
- Bau eines Altwassers
- Bau eines Wintereinstands
- Anbindung eines bestehenden Altwassers
- verbesserte Anbindung eines Nebenarms
- Remobilisierung verfestigter Kiesbänke/Gleitufer
- verbesserte Anbindung eines Nebenfließgewässers
- Rückbau einer Verrohrung eines Nebenfließgewässers
- Verlagerung von grobem Deckschichtmaterial zur Sohlanhebung in einer Kolkrinne
- Verlagerung von Geschiebematerial
- Anfuhr von Grobkorn aus Kiesgruben zur Sohlanhebung in einer Kolkrinne
- Verwendung von Ufersteinen zum Bau einer Störstruktur im Mittelwasserbett
- Verwendung von Ufersteinen zur Strukturierung eines Nebenarms
- Verwendung von Ufersteinen als Unterbau zur Sohlanhebung in einer Kolkrinne
- Verwendung von Ufersteinen zur Strömunglenkung
- Verwendung von Ufersteinen zum Bau eines Wintereinstands
- Verwendung von Ufersteinen zur Strukturierung eines Jungfischhabitats
- Verwendung von Ufergehölz zum Bau eines Wintereinstands
- Verwendung von Ufergehölz zur Strukturierung eines Jungfischhabitats
- Verwendung von Ufergehölz zur Strömunglenkung in einem Jungfischhabitat
- Verwendung von Ufergehölz zur allgemeinen Strukturierung

### **5.1.1 Maßnahmen in Verbindung mit Uferrückbau (U1 bis U8)**

Uferrückbau in Kombination mit ausreichend hohem Geschiebenachschub in geeigneter Körnung birgt im UG zweifellos den größten Hebel, wenn es um die Induktion eigendynamischer Entwicklungsprozesse in Richtung Leitbild geht. Es ist deshalb alles daran zu setzen, dass mittelfristig möglichst alle der nachfolgend genannten Maßnahmen umgesetzt werden.

#### **5.1.1.1 Maßnahme U1**

**Lage:**

Fkm 197,67 – 197,58 rechts

Fkm 194,03 – 193,98 linker Nebenarm

**Betroffene Längsverbauung:**

Nr. LV-2-r

### **Betroffene Lebensraumtypen:**

LRT 3240: Alpine Flüsse mit Lavendelweidengehölzen (412A); LRT 3260: Fließgewässer mit flutender Wasservegetation (212B); LRT 91E0: Weichholzauwälder mit Erle, Esche, Weide.

### **Bausteine:**

- Uferrückbau
- Rückbau einer Verrohrung eines Nebenfließgewässers
- verbesserte Anbindung eines Nebenfließgewässers
- Verlagerung von Geschiebmaterial
- Bau eines Altwassers
- Bau eines Wintereinstands
- Verwendung von Ufersteinen zur Strömungslenkung
- Verwendung von Ufersteinen zur Strukturierung eines Nebenarms
- Verwendung von Ufersteinen zum Bau eines Wintereinstands
- Verwendung von Ufersteinen zur Strukturierung eines Jungfischhabitats
- Verwendung von Ufergehölz zum Bau eines Wintereinstands
- Verwendung von Ufergehölz zur Strukturierung eines Jungfischhabitats
- Verwendung von Ufergehölz zur Strömungslenkung in einem Jungfischhabitat

### **Ziele:**

Förderung der Eigendynamik durch Initialisierungsmaßnahmen: Seitenerosion, natürlicher Totholzeintrag.

Verbesserung der Quervernetzung durch Aufwertung des „Walger-Franz-Bachs“. Erweiterung und Aufwertung des Jungfischhabitats Nr. Jf-3; Bau einer Altwasserstruktur mit Wintereinstand und sich rasch erwärmenden Flachzonen. Entschärfung von Fischfallen im linken Nebenarm/Hochwasserrinne durch nachhaltig funktionierende Anbindung an das Altwasser; Revitalisierung bzw. Aufwertung des Jungfischhabitats Nr. Jf-1.

### **Ausführung:**

Von Fkm 197,67 bis 197,58 rechts: Uferrückbau samt Abtrag der dahinter liegenden, teils schon erodierten Damm- /Querdammstrukturen einschließlich dem dort befindlichen Rohrdurchlass am Walger-Franz-Bach. Anfallendes Gehölz im links neu zu schaffenden Altwasser zum Bau eines Wintereinstandes sowie zur Strukturierung des Jungfischhabitats Nr. Jf-1 verwenden. Anfallende Ufersteine/Blöcke für gezielte Strömungslenkung im neu zu schaffenden System linker Nebenarm/Altwasser sowie zur Strukturierung des Wintereinstandes und des Jungfischhabitats Nr. Jf-1 einsetzen.

Linke, nur bei HQ anspringende Nebenarmrinne von oben nicht mehr anschließen. Zwischen Fkm 198,02 und 197,80 entlang linksufrigem Gehölzsaum Rinne teils gumpenartig vertiefen und verbreitern und nach unten an permanent bespannte Altwasserstruktur mit vertiefter Rinne anschließen. Es sollen Gumpen entstehen, die auch bei einem Abfluss von 20m<sup>3</sup>/s noch bespannt sind (mit Grundwasseranschluss). Mithilfe von groben Leitstrukturen aus Blöcken, Totholz und Kiesaushub eine gezielte Strömungslenkung zur eigendynamischen Erhaltung der Gumpen sowie der Verbindungsrinne (ca. bespannt bei MQ) zum Altwasser induzieren. Gumpen mit Totholz strukturieren. Zwischen Fkm 197,75 und 197,64 (Anschluss an Hauptrinne) entlang rechtseitiger Gehölzinsel heterogenen Altwasserkörper mit einem integrierten, massiven Wintereinstand schaffen. Bei sommerlichem Niedrigabfluss (ca. 20m<sup>3</sup>/s) sollte der Wasserkörper noch eine bespannte Fläche von mind. 1.500m<sup>2</sup> umfassen, an die Hauptrinne angebunden sein, Tiefenbereiche bis zu 1,5m und einen hohen Anteil (mind. 50%) an Flachzonen aufweisen. Der anfallende Kiesaushub kann im Hauptfluss dotiert oder, je nach Bedarf, in Kombination mit

Blöcken und Totholz als Leitstruktur zur gezielten Strömunglenkung zum Zwecke einer eigendynamische Aufrechterhaltung tiefer Sohlstrukturen eingesetzt werden. Altwasser mit Totholz aufgelockert strukturieren.



Abbildung 108: für den Bau eines Altwassers  
vorgesehener Flutrinnenbereich  
(U1/Fkm 197,70)



Abbildung 109: für den Bau einer  
„Gumpenkette“ vorgesehener  
Flutrinnenbereich (U1/Fkm 197,98)

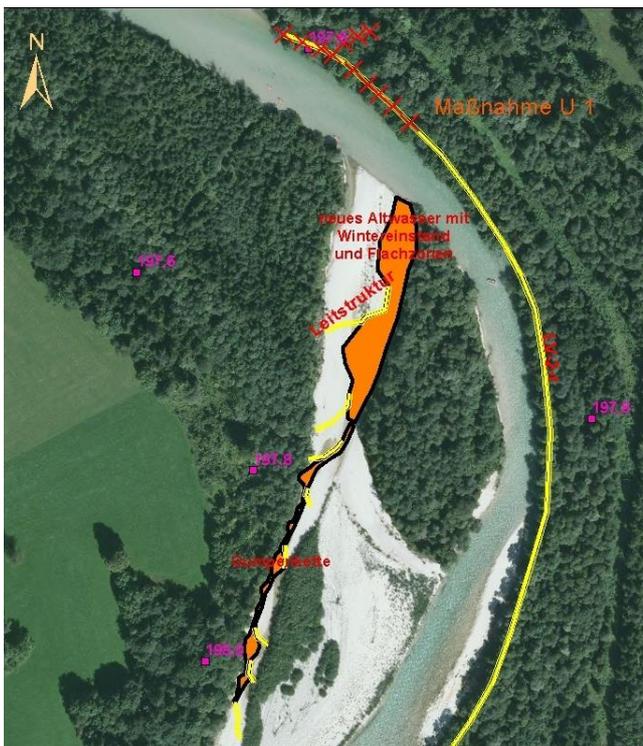


Abbildung 110: Maßnahme U1

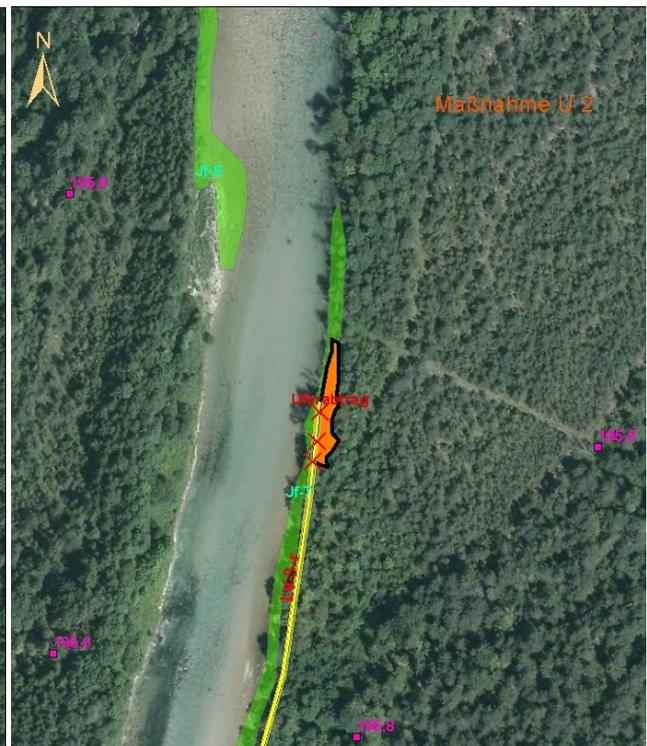


Abbildung 111: Maßnahme U2

### 5.1.1.2 Maßnahme U2

**Lage:**

Fkm 195,85 – 195,58 rechts

**Betroffene Längsverbauung:**

Nr. LV-3-r

**Betroffene Lebensraumtypen:**

LRT 91E0: Weichholzauwälder mit Erle, Esche, Weide.

**Bausteine:**

- Partieller Uferrückbau
- Abtrag von Vorland
- Bau eines Wintereinstands
- Verwendung von Ufersteinen zum Bau eines Wintereinstands
- Verwendung von Ufersteinen zum Bau einer Störstruktur im Mittelwasserbett
- Verwendung von Ufersteinen zur Strukturierung eines Jungfischhabitats
- Verwendung von Ufergehölz zum Bau eines Wintereinstands
- Verwendung von Ufergehölz zur Strukturierung eines Jungfischhabitats

**Ziele:**

Förderung der Eigendynamik durch Initialisierungsmaßnahmen: Seitenerosion, natürlicher Totholzeintrag. Aufwertung des Wintereinstands Nr. Wi-6. Aufwertung des Jungfischhabitats Nr. Jf-7.

**Ausführung:**

Von Fkm 195,67 bis 195,61 rechts: Uferrückbau samt Vorlandabtrag auf eine Breite von ca. 5 bis 10m. Anfallendes Gehölz zur Aufwertung des Wintereinstands Wi-6 sowie des Jungfischhabitats Jf-7 nutzen. Anfallende Ufersteine zur Aufwertung des Wintereinstands Wi-6 sowie zur allgemeinen Strukturierung der ufernahen Sohle einsetzen. Am unteren Ende des Uferrückbaus ca. bei Fkm 195,60 uferparallel aus Kombi aus Uferblöcken (Sporne) und dichter Totholzpackung neue Wintereinstandsstruktur herstellen. Weiter flussauf zwischen Fkm 195,85 und 195,67 entlang des flachen Kiesufers zur Aufwertung des dort befindlichen Jungfischhabitats (Nr. Jf-7) ein paar Bäume vom Ufer quer oder schräg nach unten auf die Kiesbank bzw. in die Flachwasserzone reichend legen.



***Abbildung 112: für den Rückbau vorgesehene Uferbefestigung (U2/Fkm 195,67)***



***Abbildung 113: Jungfischhabitat Nr. Jf-7 mit Aufwertungspotenzial (U2/Fkm 195,76)***

### 5.1.1.3 Maßnahme U3

#### Lage:

Fkm 194,95 – 194,50 rechts

#### Betroffene Längsverbauung:

Nr. LV-4-r

#### Betroffene Lebensraumtypen:

LRT 3240: Alpine Flüsse mit Lavendelweidengehölzen (152KB); LRT 91E0: Weichholzauwälder mit Erle, Esche, Weide.

#### Grundbausteine:

- Uferrückbau
- Partieller Uferrückbau
- Verwendung von Ufersteinen zum Bau einer Störstruktur im Mittelwasserbett
- Verwendung von Ufersteinen als Unterbau für Sohlanhebung in einer Kolkrinne

#### Ziele:

Förderung der Eigendynamik durch Initialisierungsmaßnahmen: Sohlanhebung in einer Kolkrinne, Seitenerosion, natürlicher Totholzeintrag; Ausbildung von Kolken/Übertiefen in der Hauptrinne, linksseitig: Ausbildung von sich rasch erwärmenden Buchten und Flachzonen; Revitalisierung bzw. Neubildung von Nebenarm- bzw. Altarmstrukturen, Aufwertung der Jungfischhabitats Nr. Jf-9 und Jf-10.

#### Ausführung:

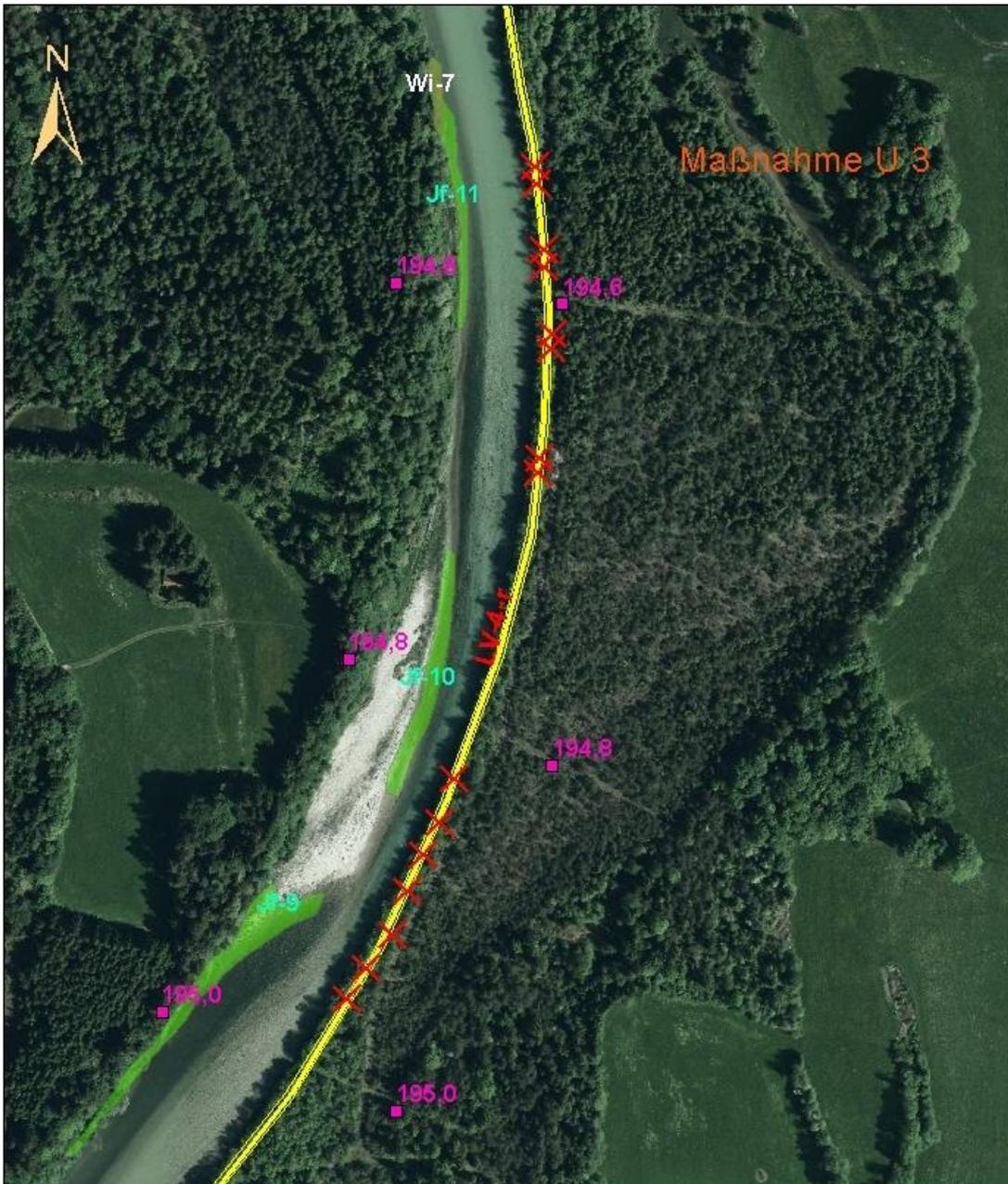
Von Fkm 194,95 bis 194,83 rechts: Rückbau der Uferbefestigung; anfallende Ufersteine zur Sohlanhebung in Kolkrinne verfrachten; von Fkm 194,70 bis 194,50 rechts: Ufer an mindestens 4 Stellen jeweils auf eine Länge von etwa 10m anreißen. Anfallende Ufersteine zur Sohlstrukturierung bzw. zur Kolkbildung als Steinnester bzw. als Ufersporne einbauen.



**Abbildung 114: für einen Rückbau vorgesehene Uferbefestigung (U3/Fkm 194,93)**



**Abb. 115: geeigneter Uferbereich für Anriss und Sohlstrukturierung (U3/Fkm 194,70)**



**Abbildung 116: Maßnahme U3**

#### 5.1.1.4 Maßnahme U4

**Lage:**

Fkm 194,03 – 193,19 links

Fkm 194,03 – 193,98 rechts

**Betroffene Längsverbauung:**

Nr. LV-2-l

Nr. LV-5-r

**Betroffene Lebensraumtypen:**

LRT 3240: Alpine Flüsse mit Lavendelweidengehölzen (152KB); LRT 3140: Stillgewässer mit Armleuchteralgen (159B); LRT 91E0: Weichholzauwälder mit Erle, Esche, Weide.

### **Bausteine:**

- Uferrückbau
- partieller Uferrückbau
- Verwendung von Ufersteinen zum Bau einer Störstruktur im Mittelwasserbett
- Verwendung von Ufersteinen als Unterbau für Sohlanhebung in einer Kolkrinne
- Verwendung von Ufersteinen zur Strömungslenkung (Sporne etc.)
- Abtrag von Vorland
- Abtrag Damm/Weg
- Rückverlegung eines ufernahen Wegs
- Verlagerung von grobem Deckschichtmaterial zur Sohlanhebung in einer Kolkrinne
- Verwendung von Ufergehölz zur allgemeinen Strukturierung
- Anbindung eines bestehenden Altwassers
- Bau eines Wintereinstands
- Verwendung von Ufergehölz zum Bau eines Wintereinstands

### **Ziele:**

Förderung der Eigendynamik durch Initialisierungsmaßnahmen: Sohlanhebung in einer Kolkrinne, Seitenerosion, Ausbildung von gut strukturierten Nebenarmen (jeweils links und rechts der Hauptrinne), Ausbildung von sich rasch erwärmenden Buchten und Flachzonen; Revitalisierung bzw. Neubildung von Altarmstrukturen mit Einbau eines Wintereinstands. Aufwertung des Jungfischhabitats Nr. Jf-13 sowie linksseitig Neubildung eines Jungfischhabitats, Ausbildung von Kolken/Übertiefen in der Hauptrinne, Förderung eines heterogenen Sohlreliefs in der Hauptrinne, Förderung von natürlichem Totholzeintrag, Teilremobilisierung eines verfestigten Gleitufers.

### **Ausführung:**

Linksufrig verlaufenden Weg von Fkm 194,03 bis zum Anschluss bei 192,60 (auch für Maßnahme U6) großzügig zurückverlegen. LRT 3140 [159B] muss dabei neu überquert werden, die vorhandene Überquerung wird rückgebaut (Maßnahme U6). Anfallendes Gehölz im Wasserkörper als Strukturelement verwenden (ggf. auch für Maßnahmen U6).

Von Fkm 194,00 bis 193,80 links: Uferrückbau, Abtrag Damm/Weg, Abtrag Vorland mind. bis auf MW-Lage mit Anschluss an bestehende, trockenengefallene Altwasserstruktur bei Fkm 194,5 (Konflikt mit LRT 91E0). Altwasserstruktur partiell vertiefen und dort mit Totholz strukturieren zur Schaffung eines Wintereinstands; alle weiteren abgetragenen Flächen mit anfallendem Totholz strukturieren. Anfallende Ufersteine zur allg. Sohlanhebung in Kolkrinne verfrachten. Auch Abtragmaterial in Kolkrinne einbringen, sofern es grobkörnig genug ist. Bei weiterem Materialbedarf auch grobe Deckschicht von rechtsufriger Kiesbank teils abtragen und die zuvor in der Kolkrinne eingebrachten Ufersteine damit überdecken. Von Fkm 194,03 bis 194,00li Uferverbauung und Vorland inselartig erhalten, Insel (Fläche ca. 400m<sup>2</sup>) ggf. zusätzlich strukturieren/sichern. Dort ggf. auch Ufersteine zum Bau von Strukturen zur Strömungslenkung (hinein in den neu entstehenden Nebenarm) einsetzen („Instream River Training“)

Uferverbau zwischen 193,8 und 193,4links nur partiell anreißen und anfallendes Material zum Bau von Ufersporen und Steinestern am Böschungsfuß vorlegen. Fkm 193,35 bis 193,20links (Ende) Uferrückbau und Teilabtrag des befahrbaren Damms, Verbindungsrinne (etwa ab MQ bespannt) zum rückwärts liegenden Altwassertümpel schaffen. Altwassertümpel mit Totholz strukturieren. Ufersteine als grobe Sohlstrukturen und zur gezielten Strömungslenkung in die Hauptrinne einbringen.

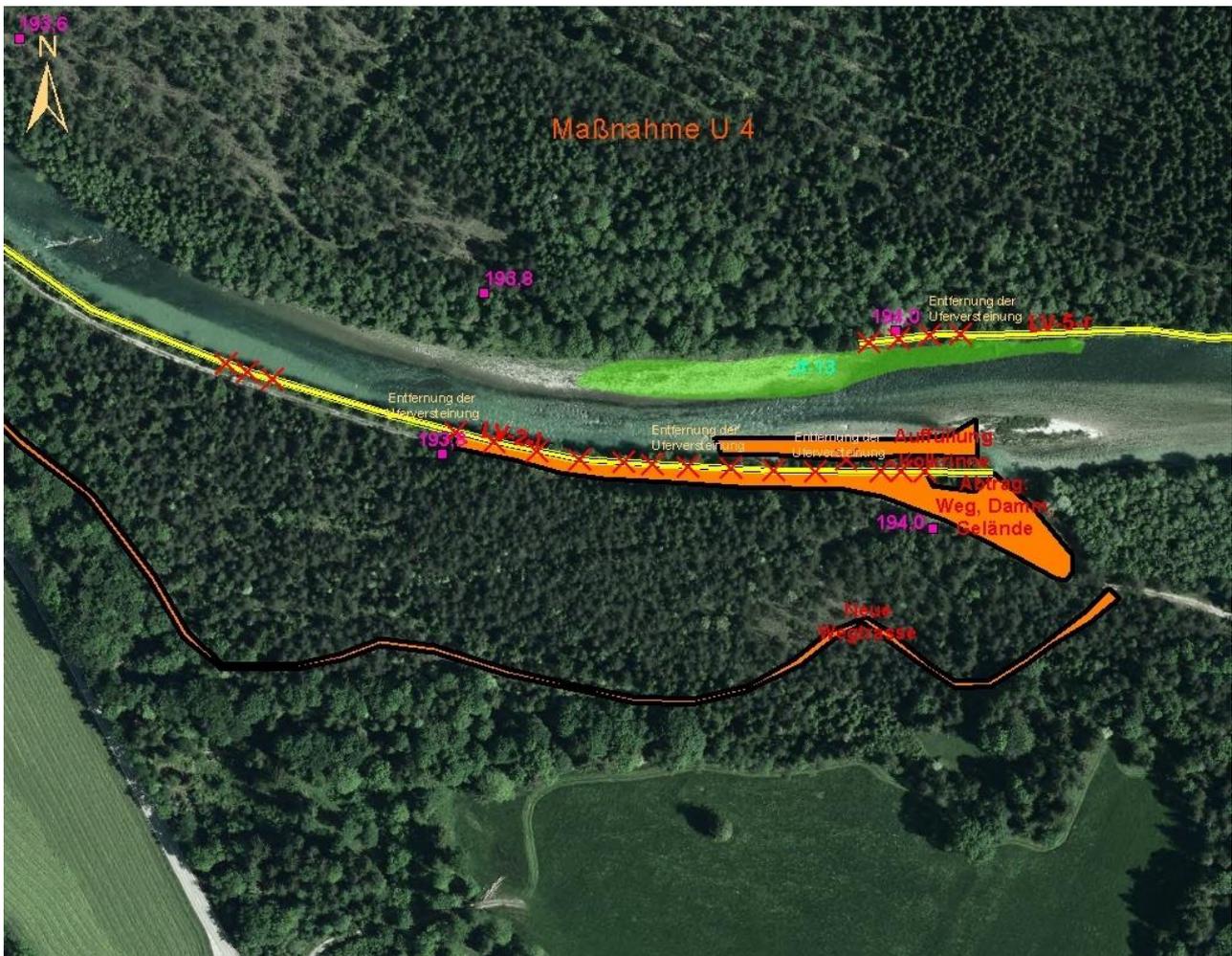
Fkm 194,03 bis 193,98 rechts (sichtbares Ende), sowie den dort ggf. „schlafend“ fortgesetzten Uferverbau entfernen. Anfallende Ufersteine zur allg. Sohlanhebung in Kolkrinne verfrachten.



**Abbildung 117:** für einen Rückbau vorgesehene Uferbefestigung entlang tiefer Kolkrinne (U4/Fkm 194,03)



**Abb. 118:** Altwassertümpel mit vorgesehener Anbindung bei MQ (U4/Fkm 193,30)



**Abbildung 119:** Maßnahme U4 oberer Teil

### 5.1.1.5 Maßnahme U5

#### Lage:

Fkm 193,25 – 192,80 rechts

#### Betroffene Längsverbauung:

Nr. LV-6-R

#### Betroffene Lebensraumtypen:

LRT 3240: Alpine Flüsse mit Lavendelweidengehölzen (152KB); LRT 91E0: Weichholzauwälder mit Erle, Esche, Weide.

#### Bausteine:

- Uferrückbau,
- partieller Uferrückbau,
- Verwendung von Ufersteinen zum Bau einer Störstruktur im Mittelwasserbett
- Verwendung von Ufersteinen als Unterbau für Sohlanhebung,
- Verwendung von Ufersteinen zur Strömunglenkung (Sporne etc.)
- Bau eines Wintereinstands
- Verwendung von Ufersteinen zum Bau von Wintereinständen
- Verwendung von Ufergehölz zum Bau von Wintereinständen
- Verwendung von Ufergehölz zur Strukturierung eines Jungfischhabitats.



**Abbildung 120:** mit Totholz aufzuwertendes Jungfischhabitat Nr. Jf-14 (U5/Fkm 193,22)



**Abb. 121:** Idealer Platz für den Einbau eines Wintereinstands (U5/Fkm 193,18)

#### Ziele:

Förderung der Eigendynamik: Sohlanhebung in einer Kolkrinne, Ufererosion, Ausbildung von Kolken/Übertiefen in der Hauptrinne; Erhaltung und Dynamisierung des Nebenarmes (linksseitig bei Fkm 192,85). Neuschaffung eines Wintereinstands, Aufwertung des Jungfischhabitats Nr. Jf-14, Förderung von natürlichem Totholzeintrag.

#### Ausführung:

zwischen 193,2 bis 193,1 Uferversteinung an 3 Stellen in ungleichen Abständen voneinander partiell (je ca. auf eine Länge von 10m) entfernen und daraus Sohlstrukturen (Steinnester) und Lenkstrukturen (Sporne) bilden. Von 193,05 bis zum unteren Verbauungsende (Fkm 192,93)

Uferversteinung weitestgehend entfernen und Material zum Schutz vor weiterer Eintiefung in den Beginn der rechtsseitigen Kolkrinne (oberhalb Fkm 192,8) verfrachten. Bei 193,2 (genau dort, wo es unterhalb des Kiesgleitufers rechtsufrig wieder tiefer wird), aus Kombi aus Uferblöcken (Sporne) und dichter Totholzpackung neuen Wintereinstand herstellen. Weiter flussauf am Ende des Kiesgleitufers im flachen, beruhigten Bereich zur Aufwertung des dort befindlichen Jungfischhabitats (Nr. Jf-14) ein paar Bäume vom Ufer quer auf die Kiesbank bzw. ins Wasser reichend legen.

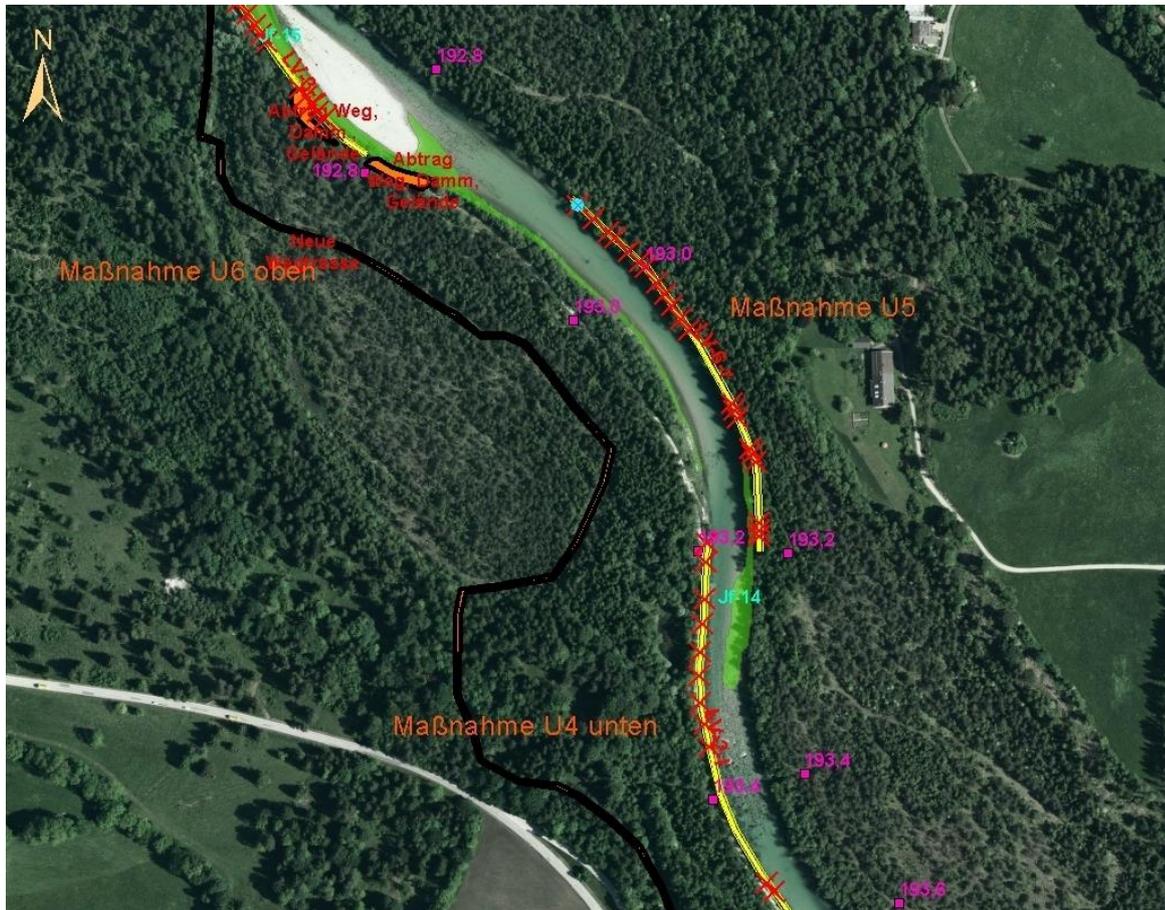


Abbildung 122: Maßnahme U4 unterer Teil, Maßnahme U5 und Maßnahme U6 oberer Teil

#### 5.1.1.6 Maßnahme U6

**Lage:**

Fkm 192,85 – 192,36 links

**Betroffene Längsverbauung:**

Nr. LV-3-L

**Betroffene Lebensraumtypen:**

LRT 3240: Alpine Flüsse mit Lavendelweidengehölzen (152KB); LRT 3140: Stillgewässer mit Armleuchteralgen (159B); LRT 91E0: Weichholzauwälder mit Erle, Esche, Weide.

**Bausteine:**

- partieller Uferrückbau,
- Abtrag von Vorland
- Abtrag Damm/Weg

- Verwendung von Ufersteinen zur Strukturierung eines Nebenarms
- Verwendung von Ufersteinen zum Bau einer Störstruktur im Mittelwasserbett
- Verwendung von Ufersteinen zur Strömungslenkung (Sporne etc.)
- Bau eines Wintereinstands
- Verwendung von Ufersteinen zum Bau von Wintereinständen
- Verwendung von Ufergehölz zum Bau von Wintereinständen
- Aufwertung eines Jungfischhabitats
- Verwendung von Ufergehölz zur Strukturierung eines Jungfischhabitats
- Rückbau einer Verrohrung eines Nebenfließgewässers
- verbesserte Anbindung eines Nebenfließgewässers

**Ziele:**

Förderung der Eigendynamik durch Initialisierungsmaßnahmen: Erhaltung und Dynamisierung des (linken) Nebenarmes, Aufwertung des Jungfischhabitats Nr. Jf-15 durch Schaffung altwasserähnlicher Still- und Flachwasserzonen, durch Anbindung des Aueentwässerungsgrabens. Bau eines neuen Wintereinstands sowie durch Erhöhung der Funktionsfähigkeit; Förderung von natürlichem Totholzeintrag; Förderung von Ufererosion, Sohlanhebung, Inselbildung, Kolkbildung.



***Abbildung 123: zu ertüchtigender Einlauf in den linken Nebenarm (U6/Fkm 192,85)***

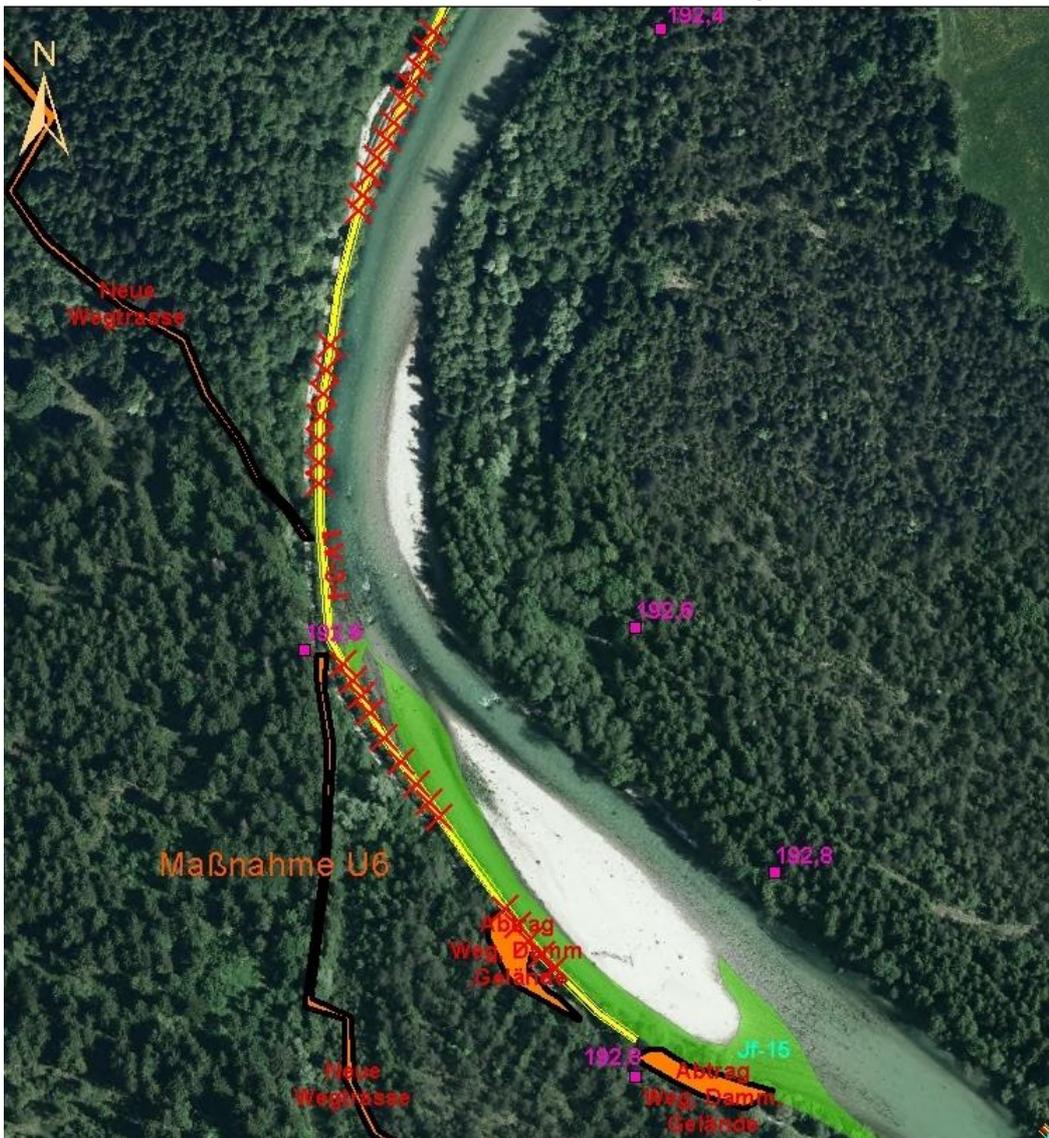


***Abb. 124: Jungfischhabitat Jf-15 mit hohem Aufwertungspotenzial (U6/Fkm 192,67)***

**Ausführung:**

Zwischen 192,85 und 192,80 Ufer inklusive Wegfläche abtragen. Dabei Zulauf in den Nebenarm ertüchtigen. Dort durch gezielten Einbau strömungslenkender Strukturen im Winter Zulauf von mindestens 200l/s sicherstellen. Von 192,80 bis 192,76 Verbauung und Weg inselartig stehen lassen, ggf. mit Steinen sichern. Von 192,76 bis 192,72 die Uferversteinung entfernen. Zwischen 192,74 und 192,72 Gelände bis etwa 10m über den Weg hinausreichend und hinter dem Weg nach Südosten bis 192,77 fortlaufend schmaler werdend soweit abtragen, dass bei sommerlichem Niedrigabfluss eine Flachwasserzone mit Wassertiefen zwischen 0 und 50cm entsteht. Diese Flachzone locker mit Totholz strukturieren. Von 192,72 bis 192,68 Uferverbauung und Weg stehen lassen. Etwa auf Höhe der Mitte dieses Uferabschnitts im Nebenarm einen massiven Wintereinstand aus Totholz und Ufersteinen anlegen. Zur Ausbildung bzw. Erhaltung der benötigten Wassertiefen im Bereich des Wintereinstands mit Ufersteinen die Strömung entsprechend lenken (Sporne etc.). Von 192,68 bis 192,61 die Uferverbauung entfernen. Den Aue-Entwässerungsgraben, der derzeit etwa bei 192,66 über ein Rohr mündet, aufstiegsfreundlich

anbinden. Ufersteine im Nebenarm zur möglichst lückenreichen Strukturierung der Sohle verwenden. Zur Aufwertung des Jungfischhabitats Nr. Jf-15 den gesamten Nebenarm und hier speziell entlang des linken Ufers mit Totholz (aufgelockert) strukturieren. Von Fkm 192,61 bis 192,57 Uferverbauung stehen lassen. Dort durch eine massive, spornartige Vorschüttung aus Uferblöcken die Ausbildung eines tiefen Kolks initiieren. Jeweils von Fkm 192,57 bis 192,52 und Fkm 192,48 bis 192,42 Uferverbauung weitgehend entfernen und Material für eine heterogenere Strukturierung der Sohle einsetzen. In den verbaut bleibenden Uferpartien 192,52 bis 192,48 sowie 192,42 bis 192,40 Uferlinie mittels kleiner Sporne besser gliedern.



**Abbildung 125: Maßnahme U6**

#### 5.1.1.7 Maßnahme U7

**Lage:**

Fkm 191,97 – 191,54 links

**Betroffene Längsverbauung:**

Nr. LV-4-L

**Betroffene Lebensraumtypen:**

LRT 3240: Alpine Flüsse mit Lavendelweidengehölzen (152KB); LRT 91E0: Weichholzauwälder mit Erle, Esche, Weide.

**Bausteine:**

- partieller Uferrückbau,
- Abtrag Damm/Weg
- Verwendung von Ufersteinen zum Bau einer Störstruktur im Mittelwasserbett

**Ziele:**

Förderung der Eigendynamik durch Initialisierungsmaßnahmen: Förderung von Ufererosion, Sohlanhebung, Kolkbildung, Insel-/Nebenarmbildung, Förderung von natürlichem Totholzeintrag, Neubildung von Jungfischhabitaten und Wintereinständen.

**Ausführung:**

Zwischen Fkm 191,97 und 191,65 an mind. 4 Stellen jeweils auf eine Länge von ca. 10m bis 20m Ufer bis einschließlich Uferweg anreißen. Mit anfallenden Ufersteinen in Ufernähe Sohle der Hauptrinne strukturieren, ggf. auch Bau von Uferspornen. Zwischen Fkm 191,64 und 191,54 alle großen (auch teils bereits abrutschenden) Betonquader (Abdeckung einer alten Ufersicherung) sowie die darunterliegenden Gabionen (siehe Abb. 75) entfernen. Betonquader und weitere anfallende Ufersteine bei 191,55 zur Förderung eines übertiefen Kolks konzentriert in die Isar einbringen.



***Abb. 126: partiell anzureißendes Ufer und zu strukturierende Sohle (U7/Fkm 191,80)***



***Abb. 127: zu entfernender Betonquader (U7/Fkm 191,54)***

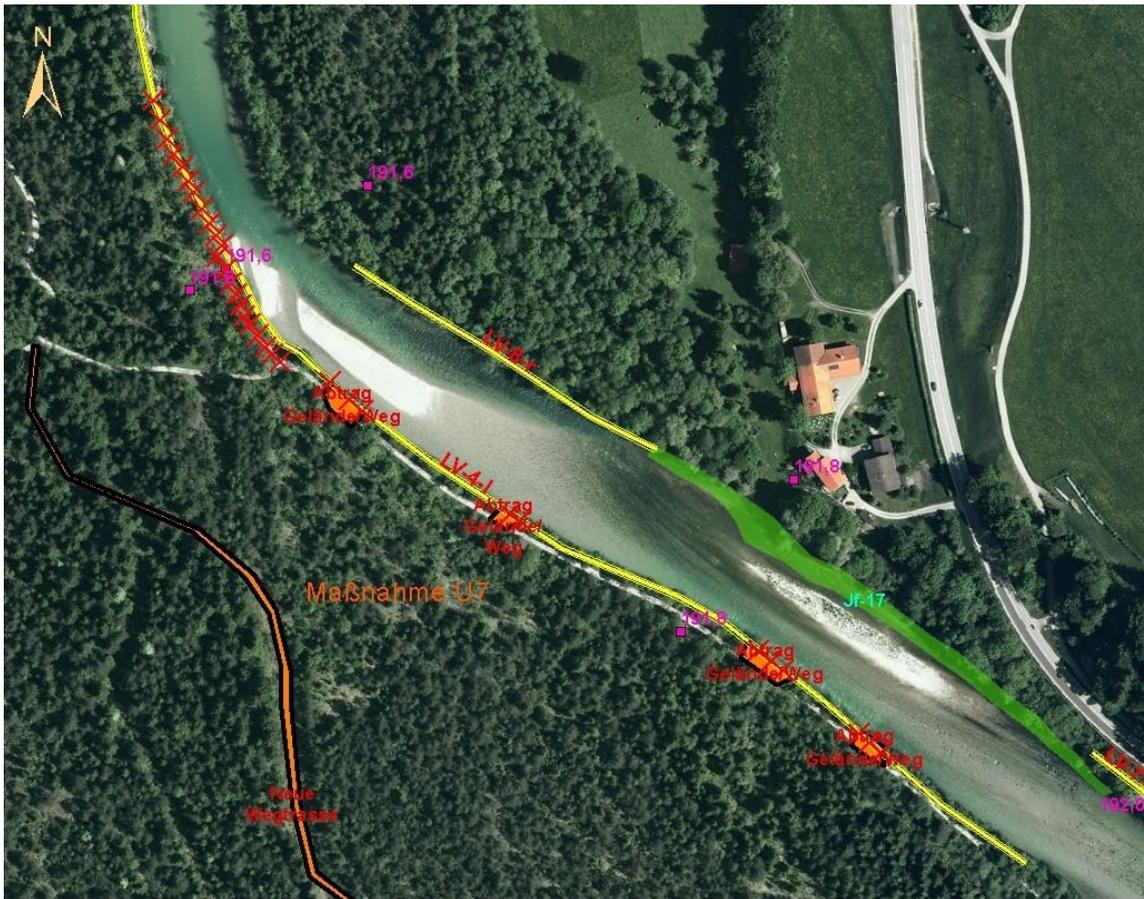


Abbildung 128: Maßnahme U7

#### 5.1.1.8 Maßnahme U8

**Lage:**

Fkm 189,15 – 189,05 rechts

**Betroffene Längsverbauung:**

Nr. LV-11-R

**Betroffene Lebensraumtypen:**

LRT 3240: Alpine Flüsse mit Lavendelweidengehölzen (152KB); LRT 91E0: Weichholzauwälder mit Erle, Esche, Weide.

**Bausteine:**

- partieller Uferrückbau,
- Verwendung von Ufersteinen als Unterbau für Sohlanhebung in einer Kolkrinne
- Verwendung von Ufersteinen zum Bau einer Störstruktur im Mittelwasserbett

**Ziele:**

Förderung der Eigendynamik durch Initialisierungsmaßnahmen: Förderung von Ufererosion, Sohlstabilisierung/-anhebung in einer Kolkrinne, Revitalisierung des linken Nebenarms, Aufwertung des Jungfischhabitats Nr. Jf-22, Förderung von natürlichem Totholzeintrag.

**Ausführung:**

Uferverbauung zwischen Fkm 189,15 und 189,05 ganz entfernen. Im selben Isarabschnitt die Sohle der schmalen und tiefen Kolkrinne mit den anfallenden Ufersteinen möglichst flächig abdecken.



**Abbildung 129:** tiefe Kolkrinne entlang zu entfernter Uferverbauung (U8/Fkm 189,14)



**Abb. 130:** durch Sohlenerhebung revitalisierbarer linker Nebenarm (U8/Fkm 189,17)



**Abbildung 131:** Maßnahme U8

## **5.1.2 Revitalisierung von Nebenarmen (Maßnahmen NA1 und NA2)**

Mittelfristig sollte der Anteil der Verzweigungsstrecken am Lauf der Isar im UG von derzeit unter 10% auf wenigstens 30% anwachsen. Einen adäquaten Geschiebenachschub vorausgesetzt, haben bereits die Maßnahmen U2 bis U8 das Potenzial für eine Erhöhung dieses Anteils auf knapp 20%. Über die Maßnahmen NA1 und NA2, mit deren Hilfe zwei erst in jüngster Zeit verloren gegangene Nebenarmsysteme revitalisiert werden sollen, ließen sich weitere 10% erreichen.

### **5.1.2.1 Maßnahme NA1**

#### **Lage:**

Fkm 197,22 – 196,97

#### **Betroffene Lebensraumtypen:**

LRT 3240: Alpine Flüsse mit Lavendelweidengehölzen (412A); LRT 91E0: Weichholzauwälder mit Erle, Esche, Weide.

#### **Bausteine:**

- verbesserte Anbindung eines Nebenarms
- Anfuhr von Grobkorn (aus Kiesgruben?) zur Sohlanhebung in einer Kolkrinne
- Verlagerung von grobem Deckschichtmaterial zur Sohlanhebung in einer Kolkrinne
- Verlagerung von Geschiebematerial
- Abtrag von Vorland
- Verwendung von Ufergehölz zur Strömungslenkung in einem Jungfischhabitat
- Verwendung von Ufergehölz zur Strukturierung eines Jungfischhabitats

#### **Ziele:**

Entschärfung einer Kolkrinne, Induktion einer Sohlanhebung, Hebung der Wasserspiegellagen im Bereich der Nebenarmzuläufe, Öffnung und Absenkung der Einläufe in die Nebenarme, eigendynamische Revitalisierung von trockenen Nebenarmen (links und rechts), Flächenausdehnung und Aufwertung der Jungfischhabitats Nr. Jf-3, Jf-4 und Jf-5.

#### **Ausführung:**

Möglichst grobes Korn (Steine/Blöcke ggf. aus benachbarten Kiesgruben) anfahren und damit die Sohle der Kolkrinne im hydraulisch wirksamen Bereich (ca. Fkm 197,20 bis 197,00) stabilisieren bzw. erhöhen. Grobes Deckschichtmaterial der rechtsseitigen Kiesbank abtragen und ebenfalls in die Kolkrinne verfrachten. Etwa beginnend bei Fkm 197,22 rechtsufrig entlang Gehölzsaum ehemalige Nebenarmrinne durch Eintiefung bis ca. 196,97 revitalisieren und mit Totholz locker strukturieren. Im Einlaufbereich Leitstrukturen aus Totholz bauen. Kiesiges Aushubmaterial nach links entlang das Gleitufers oder, sofern grobkörnig genug, in die Kolkrinne verfrachten. Sohle des Einlaufs in den linken Nebenarm bei Fkm 197,10 vertiefen. Zur Erweiterung des Nebenarms und Verbesserung der Einlaufsituation ufernahes Vorland zwischen Fkm 197,10 und 197,20 auf Sohlniveau des Nebenarms abtragen (in Form eines Dreiecks mit einer Fläche von rund 250m<sup>2</sup>). Anfallendes Totholz vor Ort als Einlaufleitstruktur sowie zur Strukturierung des rechten Nebenarms einsetzen. Sofern geeignet, anfallendes Aushubmaterial in die Kolkrinne einbringen.



**Abbildung 132: tiefe Kolkrinne (NA1/Blick von Fkm 197,00 aufwärts)**



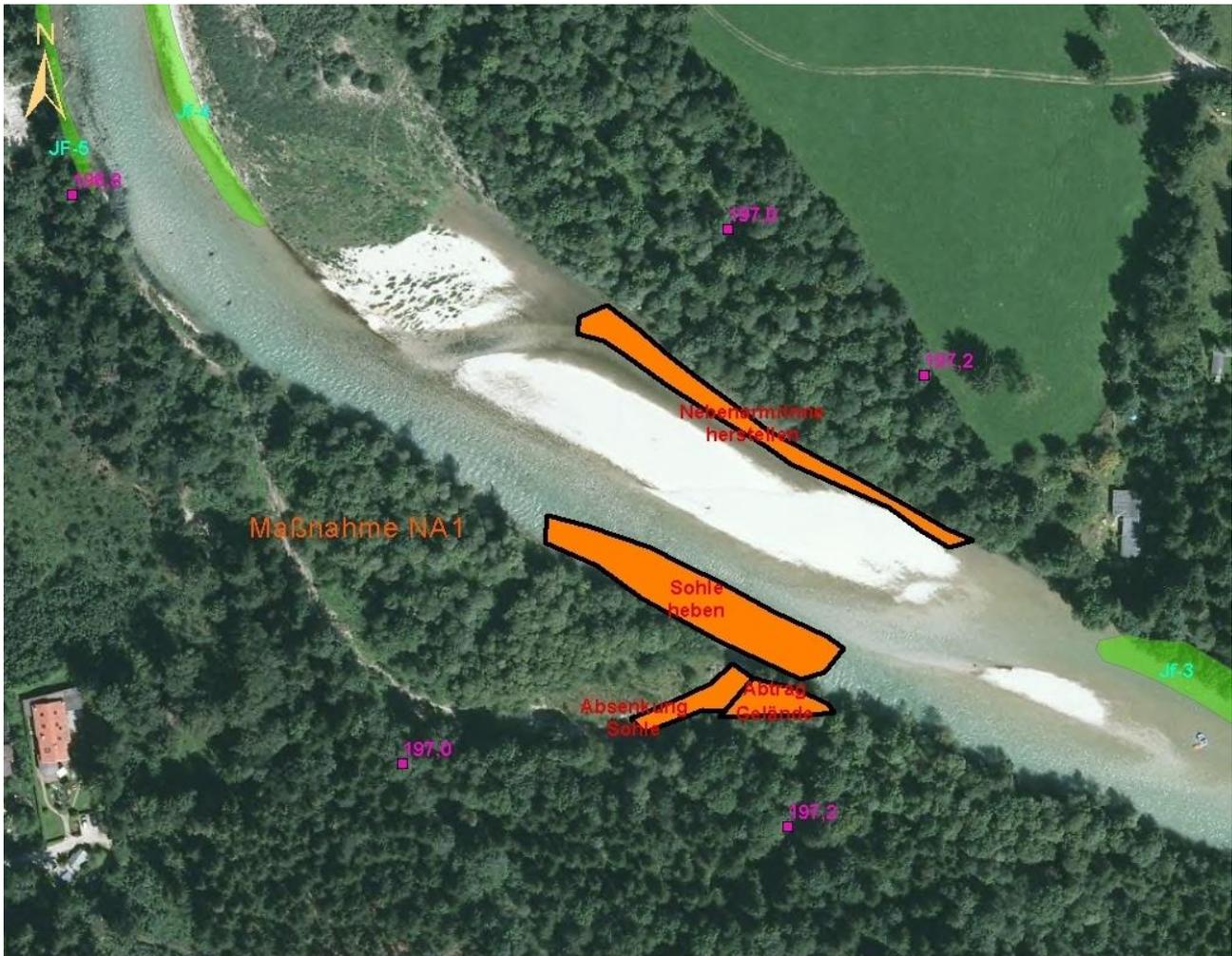
**Abb. 133: trockener Einlauf des revitalisierbaren linken Nebenarms (NA1/Fkm 197,20)**



**Abbildung 134: rechtes Gleitufer mit nutzbarer, grober Deckschicht (NA1/Fkm 197,20)**



**Abb. 135: Areal des zu revitalisierenden, rechten Nebenarms (NA1/Fkm 197,06)**



**Abbildung 136: Maßnahme NA1**

### 5.1.2.2 Maßnahme NA2

**Lage:**

Fkm 190,81 – 190,76

**Betroffene Lebensraumtypen:**

LRT 3240: Alpine Flüsse mit Lavendelweidengehölzen (152KB);  
LRT 3150 Nährstoffreiche Stillgewässer (168KB); LRT 91E0: Weichholzauwälder mit Erle, Esche, Weide.

**Bausteine:**

- verbesserte Anbindung eines Nebenarms
- Abtrag von Vorland
- Verwendung von Ufersteinen zur Strömungslenkung
- Verwendung von Ufergehölz zur Strömungslenkung in einem Jungfischhabitat

**Ziele:**

Öffnung und Absenkung eines Nebenarmeinlaufs, Bau einer Leitstruktur zum dauerhaften Erhalt des Einlaufs. Eigendynamische Revitalisierung eines nur noch bei Hochwasserabfluss durchströmten, rechten Nebenarms, Flächenausdehnung und Aufwertung der Jungfischhabitate Nr. Jf-19 und Jf-20.

**Ausführung:**

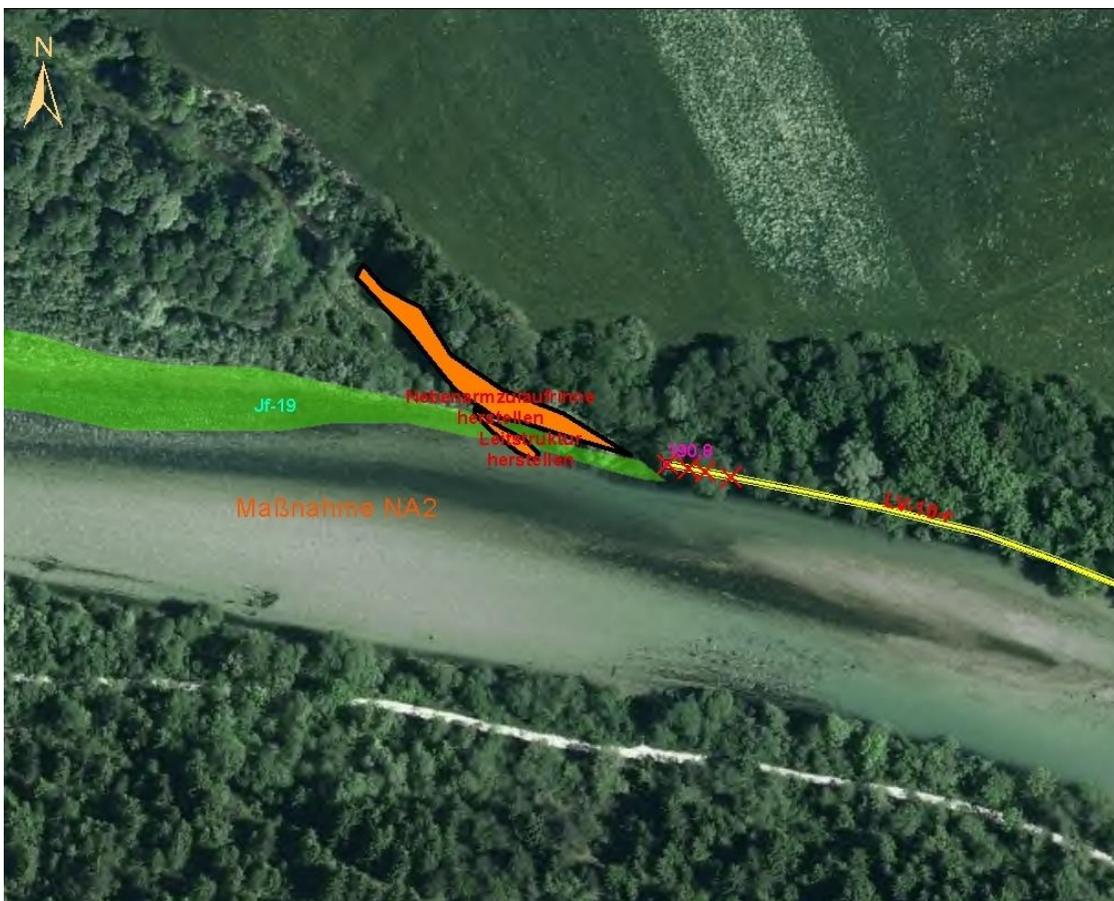
Verlandeten Einlaufbereich in den Nebenarm (bei Fkm 190,78) auf eine Länge von etwa 60m deutlich unter die Wasserspiegellage bei sommerlichem Niedrigabfluss (20m<sup>3</sup>/s) absenken. Die untersten ca. 15m der rechtsseitigen Uferverbauung Nr. LV-10-r (Fkm 190,81 bis 190,80) abtragen und aus dem Blockmaterial eine Struktur zur Strömungslenkung hinein in den Nebenarm bauen.



**Abbildung 137: Längsverbauung (LV-10-r) oberhalb des Nebenarmeinlaufs (NA2/Fkm 190,78)**



**Abb. 138: verlandete Einlaufrinne des Nebenarms (NA2/Fkm 190,77)**



**Abbildung 139: Maßnahme NA2**

### **5.1.3 Bau von Wintereinständen (W1 bis W7)**

Die Maßnahmen U1, U2, U4, U5 und U6 beinhalten jeweils bereits den Bau eines neuen, bzw. die Aufwertung eines bestehenden Wintereinstands. Wegen des stark ausgeprägten Mangels an entsprechenden Strukturen wird der gezielte Bau weiterer Wintereinstände (W1 bis W~~x~~) dringend empfohlen. Die Lebensdauer künstlich hergestellter Wintereinstände ist i.d.R. auf wenige Jahre begrenzt. Deshalb sind diese alljährlich auf ihren baulichen Zustand bzw. ihre Funktionsfähigkeit hin zu überprüfen und ggf. durch erneuten Totholzeinbau zu unterhalten.

#### **5.1.3.1 Maßnahme W1(im Dezember 2014 bereits umgesetzt)**

##### **Lage:**

Fkm 198,00 – 197,85 (Hauptarm rechtsufrig)

##### **Betroffene Lebensraumtypen:**

LRT 3240: Alpine Flüsse mit Lavendelweidengehölzen (412A); LRT 91E0: Weichholzauwälder mit Erle, Esche, Weide.

##### **Bausteine:**

- Bau eines Wintereinstands
- Partieller Uferrückbau
- Verwendung von Ufersteinen zum Bau eines Wintereinstands
- Verwendung von Ufergehölz zum Bau eines Wintereinstands
- Verwendung von Ufergehölz zur Strömungslenkung in einem Jungfischhabitat
- Verwendung von Ufergehölz zur Strukturierung eines Jungfischhabitats

##### **Ziele:**

Herstellung eines fehlenden Wintereinstands für Nachwuchs aus dem Jungfischhabitat Jf-2 und aus dem oberliegenden Isarabschnitt, Aufwertung des Jungfischhabitats Jf-2 durch Strukturierung und Strömungslenkung mittels Totholz sowie durch Erhöhung der Funktionsfähigkeit; Förderung von Seitenerosion mit Totholzeintrag.

##### **Ausführung (mit dem Arbeitstitel „Maßnahme 5“ im Dezember 2014 bereits erfolgt):**

Zwischen Fkm 198,00 und 197,85 Jungfischhabitat Nr. Jf-2 (in ufernaher Rinne) mit Totholz (aus Ufergehölz) und Steinblöcken aufgelockert strukturieren. Dort, wo die Rinne am unteren Ende rechtsufrig in einen tiefere, strömungsberuhigte Zone übergeht (ca. bei Fkm 197,50), einen massiven, dicht gepackten Wintereinstand, bestehend aus Raubäumen, Totholz und Steinnestern, herstellen. Dort zuvor Uferverbauung anreißen und anfallende Steinblöcke im Wintereinstand und im Jungfischhabitat verbauen.



**Abbildung 140: Jungfischhabitat Jf-2 vor der Strukturierung (18.6.14)**



**Abb. 141: Jf-2 (im Hintergrund) nach der Strukturierung (W1; 12.5.15)**



**Abbildung 142: Detail: neuer Wintereinstand mit Uferanriss (W1; 12.5.15)**



**Abb. 143: Detail: Jf-2 nach der Strukturierung (W1; 12.5.15)**

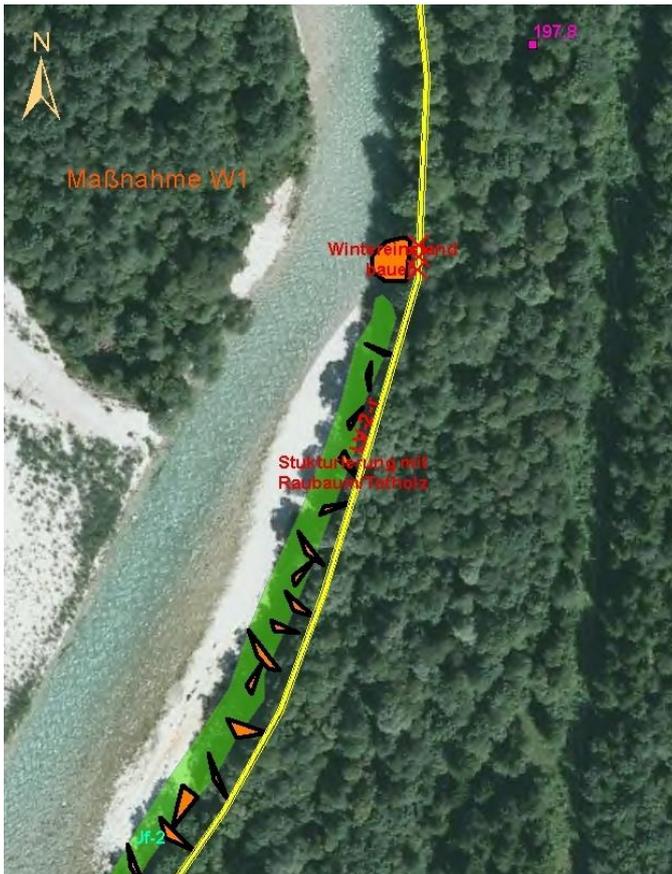


Abbildung 144: Maßnahme W1 (bereits umgesetzt)

#### 5.1.3.2 Maßnahme W2 (im Dezember 2014 bereits umgesetzt)

**Lage:**

Fkm 197,58 – 197,35 (rechtsufrig)

**Betroffene Lebensraumtypen:**

LRT 3240: Alpine Flüsse mit Lavendelweidengehölzen (412A); LRT 91E0: Weichholzauwälder mit Erle, Esche, Weide.

**Bausteine:**

- Bau eines Wintereinstands
- Verwendung von Ufergehölz zum Bau eines Wintereinstands
- Verwendung von Ufergehölz zur Strömungslenkung in einem Jungfischhabitat
- Verwendung von Ufergehölz zur Strukturierung eines Jungfischhabitats

**Ziele:**

Aufwertung des Wintereinstands Wi-3; Aufwertung des Jungfischhabitats Jf-3 durch Strukturierung und Strömungslenkung mittels Totholz sowie durch Erhöhung der Funktionsfähigkeit.

**Ausführung (unter dem Arbeitstitel „Maßnahme 5a“ im Dezember 2014 bereits erfolgt):**

Zwischen Fkm 197,58 und 197,35 Jungfischhabitat Nr. Jf-2 entlang des rechten Ufers mit Totholz bzw. Raubäumen aus Ufergehölz in lockerer Folge flächig strukturieren. An mindestens 2 nicht zu flachen Stellen dicht gepackte Wintereinstände mit Uferanschluss bauen.



**Abbildung 145: Jungfischhabitat Jf-3 mit Wintereinstand Wi-3 vor der Strukturierung (Fkm 197,35; 18.6.14)**



**Abb. 146: selbe Blickrichtung nach erfolgter Strukturierung (12.5.15)**



**Abbildung 147: Maßnahme W2 (bereits umgesetzt)**

### 5.1.3.3 Maßnahme W3 (im Dezember 2014 bereits umgesetzt)

#### Lage:

Fkm 196,30 – 196,20 (linker Nebenarm)

#### Betroffene Lebensraumtypen:

LRT 3240: Alpine Flüsse mit Lavendelweidengehölzen (210B); LRT 91E0: Weichholzauwälder mit Erle, Esche, Weide.

**Bausteine:**

- Bau eines Wintereinstands
- Verwendung von Ufergehölz zum Bau eines Wintereinstands
- Verwendung von Ufergehölz zur Strömungslenkung in einem Jungfischhabitat
- Verwendung von Ufergehölz zur Strukturierung eines Jungfischhabitats

**Ziele:**

Aufwertung des Wintereinstands Wi-5; Aufwertung des Jungfischhabitats Jf-6 durch Strukturierung und Strömungslenkung mittels Totholz sowie durch Erhöhung der Funktionsfähigkeit.



**Abbildung 148: Jungfischhabitat Jf-6 mit Wintereinstand Wi-5 vor der Strukturierung (Fkm 196,20; 22.6.14)**



**Abb. 149: selbe Blickrichtung nach erfolgter Strukturierung mit Totholz (12.5.15)**



**Abbildung 150: Uferlinie vor der Strukturierung (Fkm 196,27; 22.6.14)**



**Abb. 151: selbe Blickrichtung mit eingebautem Wintereinstand (12.5.15)**

**Ausführung (unter dem Arbeitstitel „Maßnahme 1“ im Dezember 2014 bereits erfolgt):**

Zwischen Fkm 196,30 und 196,20 Jungfischhabitat Nr. Jf-4 entlang des linken und rechten Ufers des Nebenarms mit Totholz bzw. Raubäumen aus Ufergehölz in lockerer Folge flächig

strukturieren. Linksufrig an mindestens 2 eher tieferen Stellen dicht gepackte Wintereinstände mit Uferanschluss bauen.

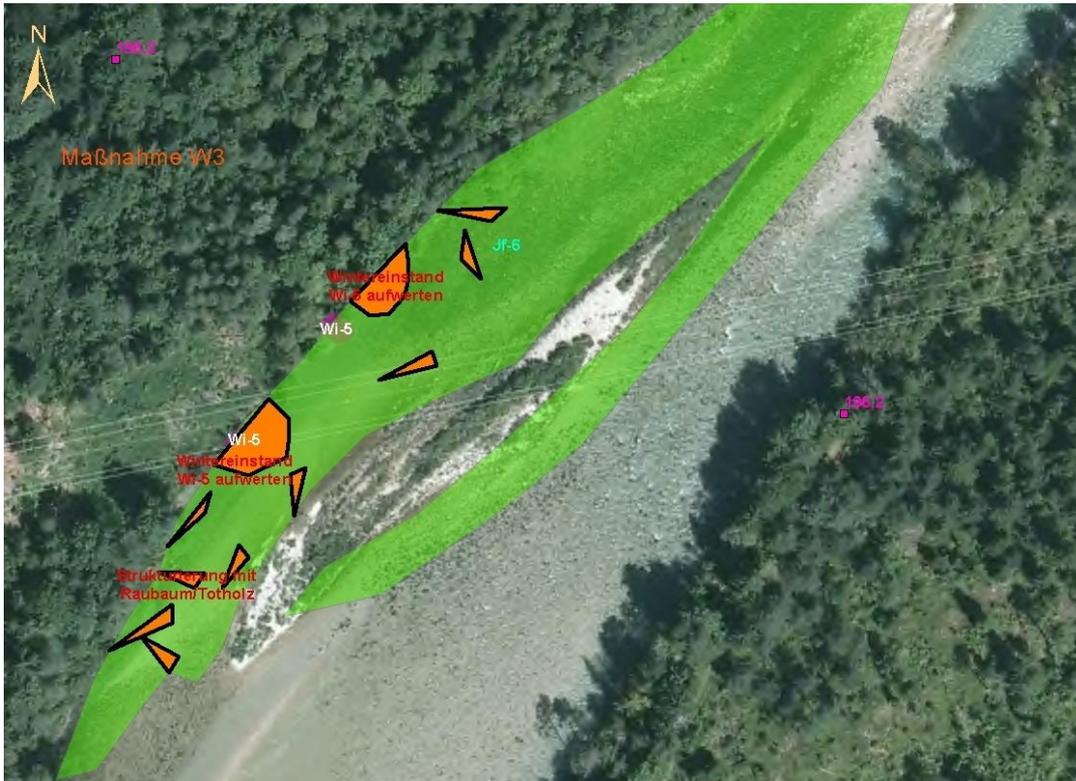


Abbildung 152: Maßnahme W3 (bereits umgesetzt)

#### 5.1.3.4 Maßnahme W4

##### Lage:

Fkm 195,49 – 195,42 (Mündungsbereich von kleinem, linken Nebenarm)

##### Betroffene Lebensraumtypen:

keine

##### Bausteine:

- Bau eines Wintereinstands
- Verwendung von Ufergehölz zum Bau eines Wintereinstands
- Verwendung von Ufergehölz zur Strukturierung eines Jungfischhabitats

##### Ziele:

Herstellung eines fehlenden Wintereinstands für Nachwuchs aus dem Jungfischhabitat Jf-8 und aus dem oberliegenden Isarabschnitt. Aufwertung des Jungfischhabitats Jf-8 durch Strukturierung mit Totholz und durch Erhöhung der Funktionsfähigkeit.

##### Ausführung:

Zwischen Fkm 195,49 und 195,44 Jungfischhabitat Nr. Jf-8 entlang des linken Ufers des linken Nebenarms mit Totholz bzw. Raubäumen aus Ufergehölz in lockerer Folge strukturieren. Etwa bei Fkm 192,42, im Mündungsbereich des kleinen Nebenarms, wo die Sohle abfällt, aus Ufergehölz einen massiven, dicht gepackten Wintereinstand mit Uferanschluss bauen.



**Abbildung 153: mit Totholz zu strukturierendes Jungfischhabitat Jf-8 (W4; Fkm 195,47;)**



**Abb. 154: am Zusammenfluss (ca. Fkm 195,42) fehlender Wintereinstand (W4)**



**Abbildung 155: Maßnahme W4**

### 5.1.3.5 Maßnahme W5 (im Dezember 2014 bereits umgesetzt)

#### Lage:

Fkm 194,40 – 194,30 (rechter Nebenarm am „Gelben Felsen“)

#### Betroffene Lebensraumtypen:

LRT 3240: Alpine Flüsse mit Lavendelweidengehölzen (152KB); LRT 91E0: Weichholzauwälder mit Erle, Esche, Weide.

#### Bausteine:

- Bau eines Wintereinstands
- Verwendung von Ufergehölz zum Bau eines Wintereinstands
- Verwendung von Ufergehölz zur Strukturierung eines Jungfischhabitats

#### Ziele:

Herstellung eines fehlenden Wintereinstands für Nachwuchs aus dem Jungfischhabitat Jf-12 und aus dem oberliegenden Isarabschnitt. Aufwertung des Jungfischhabitats Jf-12 durch Strukturierung mit Totholz und durch Erhöhung der Funktionsfähigkeit.

#### Ausführung (unter dem Arbeitstitel „Maßnahme 2“ im Dezember 2014 bereits erfolgt, mit Nachbesserungsbedarf):

Zwischen Fkm 194,40 und 194,30 Jungfischhabitat Nr. Jf-12 entlang des rechten Ufers des rechten Nebenarms mit Totholz bzw. Raubäumen aus Ufergehölz in lockerer Folge strukturieren. Etwa bei Fkm 192,34, wo sich eine Vertiefung mit Kehrwasser befindet, aus Ufergehölz einen massiven, dicht gepackten Wintereinstand mit Uferanschluss bauen. Eine Überprüfung der Strukturen am 12.5.15 hat ergeben, dass bei dem Wintereinstand noch Nachbesserungsbedarf besteht. Die Totholzstrukturen bieten nicht genug feinen Lückenraum. Im ufernahen Kehrwasserbereich (Abb. 157) sollte die bereits eingebrachte Totholzstruktur deshalb möglichst noch durch eine dichte, fein verästelte Totholzpackung ergänzt werden



**Abbildung 156: fehlender Wintereinstand in Jungfischhabitat Jf-12 (Fkm 194,3; 22.6.14)**



**Abb. 157: dort eingebauter Wintereinstand (W5; 12.5.15)**



**Abbildung 158: Maßnahme W5 (bereits umgesetzt)**

#### 5.1.3.6 Maßnahme W6

**Lage:**

Fkm 191,90 – 191,75 (rechtsufrig in kleinem Nebenarm)

**Betroffene Lebensraumtypen:**

LRT 3240: Alpine Flüsse mit Lavendelweidengehölzen (152KB); LRT 91E0: Weichholzauwälder mit Erle, Esche, Weide.

**Bausteine:**

- Bau eines Wintereinstands
- Verwendung von Ufergehölz zum Bau eines Wintereinstands
- Verwendung von Ufergehölz zur Strukturierung eines Jungfischhabitats

**Ziele:**

Herstellung eines fehlenden Wintereinstands für Nachwuchs aus dem Jungfischhabitat Jf-17 und aus dem oberliegenden Isarabschnitt. Aufwertung des Jungfischhabitats Jf-17 durch Strukturierung mit Totholz und durch Erhöhung der Funktionsfähigkeit.

**Ausführung:**

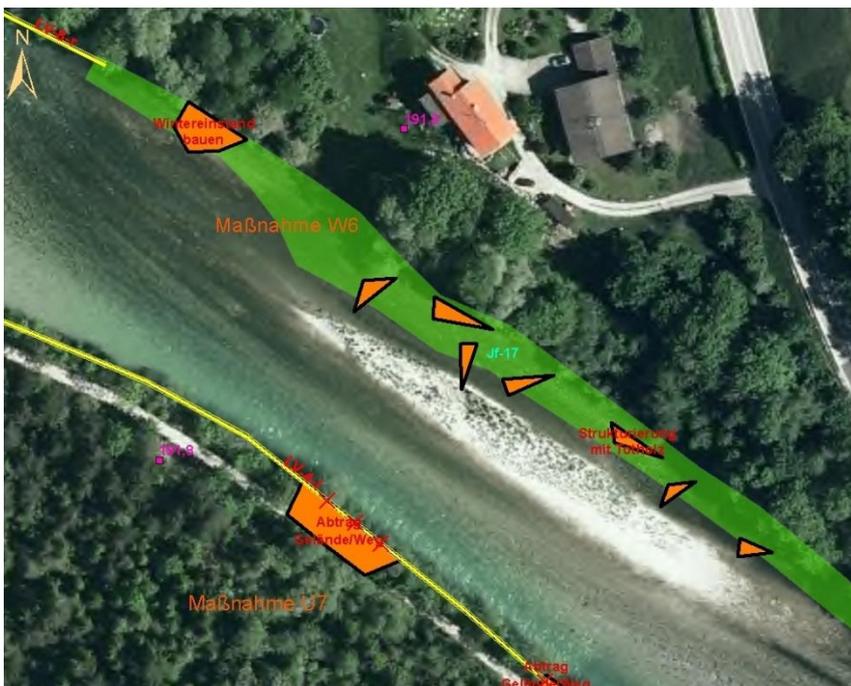
Zwischen Fkm 191,90 und 191,78 Jungfischhabitat Nr. Jf-17 entlang des rechten Ufers des kleinen Nebenarms mit Totholz bzw. Raubäumen aus Ufergehölz in lockerer Folge strukturieren. Etwa bei Fkm 191,76, im strömungsberuhigten Mündungsbereich des kleinen Nebenarms, wo die Sohle abfällt, aus Ufergehölz einen massiven, dicht gepackten Wintereinstand mit Uferanschluss bauen.



**Abbildung 159: mit Totholz zu strukturierendes Jungfischhabitat Jf-17 (W6; Fkm 191,84)**



**Abb. 160: Bereich oberhalb Zusammenfluss: ideal für einen Wintereinstand (W6; ca. Fkm 191,76)**



**Abbildung 161: Maßnahme W6**

### 5.1.3.7 Maßnahme W7

**Lage:**

Fkm 189,90 (rechtsufrig Mündung Altwasser/Nebenarm)

**Betroffene Lebensraumtypen:**

LRT 3240: Alpine Flüsse mit Lavendelweidengehölzen (152KB)

**Bausteine:**

- Bau eines Wintereinstands
- Verwendung von Ufergehölz zum Bau eines Wintereinstands

**Ziele:**

Aufwertung des Wintereinstands Wi-11. Aufwertung des Jungfischhabitats Jf-17 durch Erhöhung der Funktionsfähigkeit. Besonders wirkungsvoll, wenn W7 mit NG2 kombiniert wird.

**Ausführung:**

Etwa bei Fkm 198,90, wo sich die alte, rechtsseitige Nebenarmrinne kurz oberhalb des Zusammenflusses mit dem Hauptstrom in einem Kehrwasser vertieft, den bestehenden Wintereinstand Wi-11 auf der strömungsabgewandten Seite mit einer massiven, dicht gepackten Totholzlage erweitern.



**Abbildung 162: Bereich oberhalb Zusammenfluss: ideale Lage für einen massiven Wintereinstand (W7; ca. Fkm 198,90)**



**Abb. 163: Detailansicht des aufzuwertenden Wintereinstands Wi-11 (W7)**



**Abbildung 164: Maßnahme W7**

## 5.2 Priorisierung der Maßnahmen

Wie sich zwischenzeitlich erwiesen hat, lässt sich der gezielte Bau von Wintereinständen (Maßnahmen W1 bis W7) im Rahmen der Gewässerunterhaltung und damit kurzfristig realisieren. Anders liegt der Fall bei Maßnahmen, die mit einem Rückbau befestigter Ufer verbunden sind (Maßnahmen U1 bis U8), weil diese vermutlich nur nach Durchführung eines wasserrechtlichen Verfahrens ausgeführt werden können. Entsprechend dürfte sich deren Umsetzung auch mit viel gutem Willen erst mittelfristig bewerkstelligen lassen. Ähnliches gilt für die beiden vorgeschlagenen Maßnahmen zur Revitalisierung von Nebenarmen (Maßnahmen NA1 und NA2). Der Gesamtumfang des Maßnahmenpakets ist letztlich nicht unerheblich und wird sich deshalb wohl nur in Etappen abarbeiten lassen. In nachfolgender Tabelle werden die einzelnen Maßnahmen deshalb nach ihrer Dringlichkeit geordnet. Bei der gewählten Rangfolge wurde auch das Kriterium „Entfernung zum Eingriffsbereich: Unterwasser Kraftwerk“ berücksichtigt.

**Tabelle 13: Priorisierung der vorgeschlagenen Maßnahmen**

**kurzfristig umsetzbare Maßnahmen**

Maßnahme Nummer	Dringlichkeit	Rangfolge	Kommentar
W3	extrem hoch	1	umgesetzt (Dez 2014)
W1	extrem hoch	2	umgesetzt (Dez 2014)
W2	sehr hoch	3	umgesetzt (Dez 2014)
W5	extrem hoch	4	umgesetzt (Dez 2014), mit Nachbesserungsbedarf
W4	sehr hoch	5	
W6	sehr hoch	6	
W7	sehr hoch	7	sofern mit NA2 kombiniert: extrem hohe Dringlichkeit

**mittelfristig umsetzbare Maßnahmen**

Maßnahme Nummer	Dringlichkeit	Rangfolge	Kommentar
NA1	extrem hoch	1	
U4	extrem hoch	2	Umsetzung des oberen Teils (Fkm 194,03 bis 193,40) besonders dringlich, ggf. vorziehen. Umsetzung der Maßnahmen U4 und U6 möglichst verbinden wegen hierbei notwendiger Wegverlegungen
U6	extrem hoch	3	Umsetzung des oberen Teils (Fkm 192,85 bis 192,60) besonders dringlich, ggf. vorziehen. Umsetzung der Maßnahmen U4 und U6 möglichst verbinden wegen hierbei notwendiger Wegverlegungen.
U1	sehr hoch	4	
NA2	sehr hoch	5	
U8	sehr hoch	6	
U7	sehr hoch	7	
U5	sehr hoch	8	
U2	hoch	9	
U3	hoch	10	

Das UG zählt zum Kernlebensraum einer der wenigen in Bayern noch verbliebenen selbsterhaltenden Huchenpopulationen. Dies sollte Anlass genug sein, die Umsetzung des hier vorgeschlagenen Maßnahmenpakets auch dann fortzuführen, wenn die Qualitätskomponente „Fischfauna“ zwischenzeitlich eine bessere Bewertung als „mäßig“ erreicht haben sollte.

## **6. Danksagung**

Qualität und Aussagekraft vergleichbarer Studien hängen nicht zuletzt maßgeblich von der Bereitschaft der betroffenen Interessensgruppen ab, den Autor mit den entsprechend benötigten Informationen, Daten bzw. Arbeitsgrundlagen zu versorgen. In vorliegendem Fall möchte ich mich an dieser Stelle ausdrücklich bei allen Beteiligten für die durchwegs sehr engagierte Zuarbeit und die geleistete Unterstützung bedanken.

Namentlich bedanken möchte ich mich bei Frau D. Schulze (WWA Weilheim), Herrn R. Kapa (WWA Weilheim), Herrn H. Henkel (WWA Weilheim), Herrn P. Gröbl (WWA Weilheim), Herrn J. Riedl (WWA Weilheim), Herrn M. Haff (BFV Bad Tölz), Herrn M. Gilgenreiner (BFV Bad Tölz), Herrn P. Zechmeister (BFV Wolfratshausen), Herrn B. Schmittmann (Die „Gesplißten“), Herrn C. Lechermann (Stadtwerke Bad Tölz), Dr. M. Schubert (Bayer. Landesanstalt f. Landwirtschaft, In. f. Fischerei), Herrn S. Sappl (Reg. v. Obb.), Frau C. Breiter (LRA Tölz), Herrn J. Kaschek (LRA Tölz) Herrn W. Binder (Fachdiskussion) und Herrn M. Abele (GIS-Bearbeitung).

München, d. 7.7.2015

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Michael von Siemens', is written on a light-colored background.

Michael von Siemens  
Dipl. Biologe

## **7. Literatur**

BINDER, W. ET AL. (2011): Flusslandschaft Isar im Wandel der Zeit; Hrsg.: Bayer. Landesamt f. Umwelt, München, 104 S.

BINDER, W., GABEL, G. & GRÖBMAIER, W. (2001): Flusslandschaft Isar –von der Landesgrenze bis Landshut – Leitbilder Entwicklungsziele Maßnahmenhinweise; Hrsg.: Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft & Bayer. Landesamt f. Umweltschutz, München, 74 S.

BOHL, E., HERRMANN, M., OTT, B., SEITZ, B. & HEISE, J. (2004): Untersuchungen zur Fortpflanzungsbiologie, Entwicklung und zu den Lebensräumen von Schneider (*Alburnoides bipunctatus* BLOCH 1782) und Strömer (*Leuciscus souffia agassizi* VALENCIENNES 1844); Hrsg.: Bayerisches Landesamt f. Wasserwirtschaft, Wielenbach, 96 S.

BAUER, M. ET AL. (1999): Die Isar – Wildfluss in der Kulturlandschaft. Hrsg.: Magerl, Chr. & Rabe, D., Verlag Kiebitz Buch, Vilsbiburg, 192 S.

DÖNNI, W. ET AL. (2015): Bauen mit dem Fluss- Instream River Training – Minimaler Materialeinsatz durch gezielte Nutzung der Strömungskräfte; Skript zum Seminar, abgehalten am 16.4.15 in Oberschleißheim. Hrsg.: DWA-Landesverband Bayern, München, 198 S.

ERNST, B. (2011): Studie zur Fischbestandsentwicklung im Zuge von Maßnahmen zur Umsetzung der EU Wasserrahmenrichtlinie in der Oberen Isar Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen: Auftraggeber: Bezirk Obb., Fachberatung f. Fischerei, Haar, 11 S.

HANFLAND, S., IVANC, M., RATSCHAN, C., SCHNELL, J., SCHUBERT, M., SIEMENS, M. v. (2015): Der Huchen - Fisch des Jahres 2015 - Ökologie, aktuelle Situation, Gefährdung. Hrsg.: Landesfischereiverband Bayern e.V., München, 84 S.

HANFLAND, S., SCHNELL, J., EKART, C. & PULG, U. (2009): Lebensraum Fließgewässer Restaurieren und Entwickeln; Hrsg.: Landesfischereiverband Bayern e.V., München, 76 S.

HANFLAND, S., SCHUBERT, M., BELÖANYECZ, H. & LUKOWICZ, M. v. (2011): Die Äsche Fisch des Jahres 2011; Hrsg.: Verband Deutscher Sportfischer e.V., Offenbach, 64 S.

HARTMANN, S., ELSNER, T. & WINNER, E. (2006): Sedimentbewirtschaftung des Sylvensteinspeichers; Studie im Rahmen des EU-Interreg IIIB-Projektes „ALPRESERV“; i.A. des Bayer. Staatsministeriums f. Umwelt, Gesundheit u. Verbraucherschutz, 14 S.

HEINRICH, R. (2009): Geschiebeumlagerung am Kraftwerk Bad Tölz unter Berücksichtigung fischereifachlicher Belange. Gutachtenentwurf i.A. des Freistaates Bayern, vertreten durch WWA Weilheim, 59 S.

HETTRICH, R. ET AL (2010): Gewässerentwicklungskonzept (GEK) für die Isar Fkm 174,0 bis 224,0 und 229,9 bis 263,3; Fa. PAN, Planungsbüro f. angewandten Naturschutz GmbH, München Auftraggeber: Freistaat Bayern, vertreten durch das WWA Weilheim, unveröffentlichter Entwurf; 67 S.

JUNGWIRTH, M., HAIDVOGEL, G., MOOG, G., MUHAR, S. & SCHMUTZ, S. (2003): Angewandte Fischökologie an Fließgewässern; Facultas Verlag, Wien, 547 S.

KALCKREUTH, J. & LACHNER, J. (1961): Die Isar; Prestel-Verlag, München, 162 S.

KARL, J. ET AL.: (1998): Die Isar –ein Gebirgsfluss im Wandel der Zeiten; Hrsg: Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. München, Sonderdruck aus dem Jahrbuch 1998/63, München, 130 S.

KORTMANN, H & GREBMAYER, T. (2000): Studie über die Möglichkeiten einer Geschiebewartung der Isar; Bayerisches Landesamt für Umwelt (ehem. Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft); Augsburg, unveröffentlicht, 183 S.

LEUNER, E. & KLEIN, M. (2000): Ergebnisse der Artenkartierungen in den Fließgewässern Bayerns, Teil: Fische; Hrsg.: Bayer. Staatsministerium f. Ernährung, Landwirtschaft u. Forsten, München im Eigenverlag, S. 11-165.

PULG, U. (2007): Die Restaurierung von Kieslaichplätzen; Hrsg.: Landesfischereiverband Bayern e.V., München, 26 S.

LIENKE, ?. (1999): Geschiebetransportmessungen mit der Radiotracermethode. Bayerisches Landesamt für Umwelt (ehem. Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft), Augsburg, unveröffentlichter Bericht, 21 S.

MÜLLER, T. ET AL. (2013): Managementplan für das FFH-Gebiet „Oberes Isartal“ 8034-371, Teil 1 - Maßnahmen; Hrsg.: Amt f. Ernährung, Landwirtschaft u. Forsten, Miesbach; Entwurf v. 18.6.13.

MÜLLER, T. ET AL. (2013): Managementplan für das FFH-Gebiet „Oberes Isartal“ 8034-371, Teil 2 - Fachgrundlagen; Hrsg.: Amt f. Ernährung, Landwirtschaft u. Forsten, Miesbach; Entwurf v. 18.6.13.

RECHLIN, ?. (1997): Geotechnischer Bericht zur Untersuchung des Geschiebetransports durch die Isarstufe Bad Tölz mit Luminophoren; Bundesanstalt f. Wasserbau, unveröffentl. Gutachten.

SCHAIPP, B. & ZEHM, A. (2009): Die Obere Isar zwischen Fkm 253 und Fkm 232 (Landkreise GAP & TÖL). – Abschlussbericht des LfU zur Oberen Isar zum Gutachten v. Prof. Dr. Reich und eigenen Untersuchungen zum Geschiebemanagement. Hrsg.: Bayer. Landesamt f. Umwelt, Augsburg, 69 S.

SCHEUERLEIN, H., MÜLLER, J. & LUFF; H. (1996): Erfahrungen im Zusammenhang mit Kiestriffmaßnahmen an der Stauanlage Bad Tölz; in: Mitteilung der Versuchsanstalt f. Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich, 143, 45-84

SIEMENS, M. v., HANFLAND, S., BINDER, W., HERRMANN, M. & REHKLAU, W. (2005): Totholz bringt Leben in Flüsse und Bäche. Gemeinschaftsbroschüre des Landesfischereiverbandes Bayern und des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft: 47 S.

SCHMUTZ, S., KAUFMANN, M., VOGEL, B. & JUNGWIRTH, M. (2000): Grundlagen zur Bewertung der fischökologischen Funktionsfähigkeit von Fließgewässern; Hrsg.:

Bundesministerium f. Land- u. Forstwirtschaft, Umwelt u. Wasserwirtschaft, Wien, Eigenverlag, 210 S.

SCHMUTZ, S., ZITEK, S., ZOBEL, S., JUNGWIRTH, M., KNOPF, N., KRAUS, E. BAUER, T. & KAUFMANN, T. (2002): Integrated Approach to the Conservation and Restoration of Danube Salmon, *Hucho hucho*, Populations in Austria. In: M.J. Collares-Pereira, I.G. Cowx & M.M. Coelho (eds.): Freshwater Fish Conservation – Options for the Future; Fishing News Book, Oxford: 157 – 171.

WÜSTEMANN, O. & KAMMERAD, B. (1995): Der Hasel; Die Neue Brehm Bücherei Bd. 614, Heidelberg, 195 S.

WUNNER, U. (2009): Fischereifachlicher Beitrag zum Gewässerentwicklungskonzept Obere Isar; Gutachten d. Fachberatung f. Fischerei, Bezirk Oberbayern, Haar; 9 S.

## 8. Anhang

### Schlüssel für die Bewertung von Teilebensräumen

#### Sommer-Jungfischhabitate

**Einzelbewertung:** Kartierte und bewertete Faktoren (jeweils Wertzahl 1 bis 5):

- Fläche
- Totholzausstattung
- Strukturvielfalt
- Substratvielfalt
- Verfügbarkeit im Abflussspektrum

Die Wertzahl der Einzelbewertung errechnet sich aus dem Mittelwert der Wertzahlen der 5 Faktoren, bei doppelter Gewichtung des Faktors „Fläche“

**Funktionsfähigkeit:** Herstellung eines funktionalen Bezugs der Einzelbewertung

- zu räumlich passenden Kieslaichplätzen (Schätzwert 1 bis 5, gebildet aus den Faktoren „Qualität“ und „räumlicher Bezug“)
- zu einem Wintereinstand (Einzelbewertung des bestmöglich erreichbaren Wintereinstandes)
- Verknüpfung mit diesem Wintereinstand (Schätzwert 1 bis 5 des Faktors „Entfernung/Erreichbarkeit“ des Wintereinstands für Jungfische des Sommerhabitats)

Die Wertzahl der Funktionsfähigkeit errechnet sich aus dem Mittelwert der Wertzahlen der Faktoren „Einzelbewertung Jungfischhabitat“, „Verknüpfung mit Kieslaichplatz“, „Einzelbewertung des verknüpften Wintereinstandes“ und „Verknüpfung mit diesem Wintereinstand“, mit jeweils 6-facher Gewichtung des Faktors „Einzelbewertung Jungfischhabitat“ und 3-facher Gewichtung des Faktors „Einzelbewertung des verknüpften Wintereinstandes“.

**Tabelle 14: Bewertung der Sommer-Jungfischhabitate**

ID	Fläche	Totholz Ausstattung	Vielfalt Strukturen	Vielfalt Substrate	Verfügbark. Q-Spektrum	Einzel- Bewertung	Verknüpfung mit Kieslaichplatz	Verknüpfung Winter-Einstand			Funktions- fähigkeit
	WZ 1 - 5	WZ 1 - 5	WZ 1 - 5	WZ 1 - 5	WZ 1 - 5	WZ 1 - 5	WZ 1 - 5	Wi ID	Wi-WZ 1 - 5	Verkn.-WZ 1 - 5	WZ 1 - 5
Jf-1	4	2	3	3	5	3,50	5	Wi-2	3,17	4	3,59
Jf-2	3	1	3	4	3	2,83	4	Wi-3	3,33	3	3,09
Jf-3	4	4	4	4	4	4,00	3	Wi-3	3,33	5	3,82
Jf-4	4	1	3	3	4	3,17	5	Wi-6	3,50	3	3,41
Jf-5	2	2	3	3	3	2,50	4	Wi-4	4,33	5	3,36
Jf-6	5	3	5	5	4	4,50	5	Wi-5	3,33	5	4,27
Jf-7	4	3	3	3	3	3,33	5	Wi-6	3,50	5	3,68
Jf-8	4	3	4	5	5	4,17	5	Wi-7	3,50	2	3,86
Jf-9	2	3	4	4	3	3,00	4	Wi-7	3,50	3	3,23
Jf-10	3	2	5	4	4	3,50	4	Wi-7	3,50	4	3,59
Jf-11	3	2	3	3	4	3,00	4	Wi-7	3,50	5	3,41
Jf-12	5	3	5	5	5	4,67	5	ohne	1,00	1	3,36
Jf-13	4	3	4	5	4	4,00	5	ohne	1,00	1	3,00
Jf-14	3	3	3	3	3	3,00	5	ohne	1,00	1	2,45
Jf-15	5	3	4	3	4	4,00	5	ohne	1,00	1	3,00
Jf-16	4	2	4	4	4	3,67	5	Wi-8	4,17	2	3,77
Jf-17	3	3	3	3	3	3,00	5	Wi-9	3,67	2	3,27
Jf-18	5	4	5	5	4	4,67	5	Wi-8	4,17	5	4,59
Jf-19	2	3	3	4	4	3,00	5	Wi-9	3,67	5	3,55
Jf-20	5	4	5	5	5	4,83	5	Wi-11	3,67	5	4,55
Jf-21	5	2	4	5	5	4,33	5	Wi-13	4,33	2	4,18
Jf-22	4	4	5	5	5	4,50	5	Wi-13/Wi-14	4,33	3	4,36
Jf-23	5	4	5	5	4	4,67	4	Wi-14	4,33	4	4,45

**Wintereinstände für Jungfische**

**Einzelbewertung:** Kartierte und bewertete Faktoren (jeweils Wertzahl 1 bis 5):

- Fläche
- Volumen
- Substratvielfalt
- Lückenraumvielfalt
- Austrocknungsrisiko (inverse Bewertung)
- Frischwasserversorgung
- Hauptstromanbindung

Die Wertzahl der Einzelbewertung errechnet sich aus dem Mittelwert der Wertzahlen der 7 Faktoren, bei jeweils doppelter Gewichtung der Faktoren „Fläche“, „Volumen“, „Substratvielfalt“, „Lückenraumvielfalt“ und „Austrocknungsrisiko“.

**Funktionsfähigkeit:** Herstellung eines funktionalen Bezugs der Einzelbewertung

- zu einem Jungfischhabitat (Einzelbewertung des räumlich/funktional bestmöglich passenden Jungfischhabitats)
- Verknüpfung mit diesem Jungfischhabitat (Schätzwert 1 bis 5 des Faktors „Entfernung des Jf-Habitats bzw. Besiedelbarkeit des Wintereinstands durch Jungfische des Sommerhabitats“)

Die Wertzahl der Funktionsfähigkeit errechnet sich aus dem Mittelwert der Wertzahlen der Faktoren „Einzelbewertung Wintereinstand“, „Einzelbewertung des verknüpften Jungfischhabitats“ und „Verknüpfung mit diesem Jungfischhabitat“, mit 4-facher Gewichtung des Faktors „Einzelbewertung Wintereinstand“.

***Tabelle 15 Bewertung der Wintereinstände***

ID	Fläche	Volumen	Vielfalt Substrate	Vielfalt Lückenraum	Risiko Austrocknung	Versorgung Frischwasser	Anbindung Hauptstrom	Einzelbewertung	Verknüpfung Jf-Habitat			Funktionsfähigkeit
	WZ 1 - 5	WZ 1 - 5	WZ 1 - 5	WZ 1 - 5	WZ 5 - 1 (invers)	WZ 1 - 5	WZ 1 - 5	WZ 1 - 5	Jf ID	Jf-WZ 1 - 5	Verkn.-WZ 1 - 5	WZ 1 - 5
Wi-1	2	3	2	2	5	5	5	3,17	nv	1,00	1	2,44
Wi-2	2	2	2	3	5	5	5	3,17	Jf-1	3,50	4	3,36
Wi-3	2	2	3	3	5	5	5	3,33	Jf-3	4,00	5	3,72
Wi-4	3	4	4	5	5	5	5	4,33	Jf-5	2,50	5	4,14
Wi-5	2	2	3	3	5	5	5	3,33	Jf-6	4,50	5	3,81
Wi-6	2	3	3	3	5	5	5	3,50	Jf-7	3,33	5	3,72
Wi-7	3	2	3	3	5	5	5	3,50	Jf-11	3,00	5	3,67
Wi-8	4	3	4	4	5	5	5	4,17	Jf-18	4,67	5	4,39
Wi-9	2	3	3	4	5	5	5	3,67	Jf-19	3,00	5	3,78
Wi-10	4	4	4	5	5	5	5	4,50	Jf-18	4,67	2	4,11
Wi-11	2	2	4	4	5	5	5	3,67	Jf-20	4,83	5	4,08
Wi-12	5	5	5	5	5	5	5	5,00	Jf-21	4,33	2	4,39
Wi-13	4	4	4	4	5	5	5	4,33	Jf-22	4,50	3	4,14
Wi-14	3	4	4	4	5	5	5	4,17	Jf-23	4,67	4	4,22

**Standplätze Adulthuchen**

**Habitatbewertung:** Kartierte und bewertete Faktoren (jeweils Wertzahl 1 bis 5):

- Fläche
- Tiefe
- Volumen
- Nahrungsraum im Umfeld

Die Wertzahl der Habitatbewertung errechnet sich aus dem Mittelwert der Wertzahlen der 4 Faktoren.

***Tabelle 16: Bewertung der Standplätze für Adulthuchen***

ID	IST-Zustand					1990				
	Fläche	Tiefe	Volumen	Nahrungs- raum Umfeld	Habitat- Bewertung	Fläche	Tiefe	Volumen	Nahrungs- raum Umfeld	Habitat- Bewertung
	WZ 1 - 5	WZ 1 - 5	WZ 1 - 5	WZ 1 - 5	WZ 1 - 5	WZ 1 - 5	WZ 1 - 5	WZ 1 - 5	WZ 1 - 5	WZ 1 - 5
Hu-1	5	5	5	4	4,75	5	5	5	4	4,75
Hu-2	4	3	3	4	3,50	4	4	4	5	4,25
Hu-3	4	3	2	3	3,00	4	3	2	3	3,00
Hu-4	3	4	3	4	3,50	4	4	4	4	4,00
Hu-5	5	3	3	4	3,75	5	4	4	5	4,50
Hu-6	3	2	2	4	2,75	3	3	3	4	3,25
Hu-7	4	4	3	5	4,00	5	5	4	5	4,75
Hu-8	3	2	4	5	3,50	4	4	4	5	4,25
Hu-9	5	5	5	5	5,00	5	5	5	5	5,00
Hu-10	3	3	3	3	3,00	3	3	3	3	3,00
Hu-11	4	3	3	3	3,25	4	4	4	4	4,00
Hu-12	4	4	4	5	4,25	4	4	5	5	4,50
Hu-13	2	3	2	3	2,50	2	4	3	4	3,25
Hu-14	3	3	2	3	2,75	2	3	2	3	2,50
Hu-15	4	3	4	4	3,75	4	4	4	4	4,00
Hu-16	2	3	3	4	3,00	2	3	3	4	3,00
Hu-17	3	2	3	4	3,00	3	3	4	4	3,50
Hu-18	5	4	4	4	4,25	5	5	5	5	5,00
Hu-19	3	3	3	4	3,25	3	4	3	4	3,50
Hu-20	4	5	4	5	4,50	5	5	5	5	5,00
Hu-21	5	4	5	4	4,50	5	4	5	4	4,50
Hu-22	5	5	4	4	4,50	5	5	4	5	4,75
Hu-23	5	5	4	4	4,50	5	5	5	5	5,00
Hu-24	4	4	4	4	4,00	4	5	5	5	4,75
Hu-25	4	3	3	3	3,25	4	3	3	3	3,25
Hu-26	4	3	3	4	3,50	4	4	4	4	4,00