

## **Licca liber, Abschnitt I**

## Gewässerökologische Planung

Bautyp H: Fischeinstände am Ufer .....	51
Bautyp I: Geschiebezugabe, Schütten von Schotterbänken .....	53
5.6 Bautyp Strukturierung der Ufer des Lech und der Einlaufbereiche zu den Nebenarmen .....	55
Bautyp J: Strukturierung Einlaufbereiche (Prallufer) zu den Nebengewässern.....	55
5.7 Bautyp zur Strukturierung der Sekundärauenfläche .....	57
Bautyp K: Strömungsteiler/Log Jams .....	57
6 Abschätzung Materialbedarf.....	60
7 Monitoring .....	61
8 Bauzeit.....	62
9 Literatur.....	63

## 1 Einleitung

### 1.1 Anlass und Ziel des Vorhabens

Der Freistaat Bayern, vertreten durch das Wasserwirtschaftsamt Donauwörth, plant mit dem Projekt „Licca liber“ die Stabilisierung der Flussohle und Renaturierung des Lech zu einem ökologischen guten Zustand nach der EG-Wasserrahmenrichtlinie von der Staustufe 23 (Fkm 56,7) bis zur Mündung des Lech in die Donau. Die vorliegende Entwurfsplanung deckt den Planungsbereich I ab. Dieser umfasst den Lech mit seinen Vorländern von der Staustufe 23 bis zum Hochablass (Fkm 47). Die Länge des Planungsbereichs I beträgt etwa 10 km.

Der Lech war ursprünglich ein durch hohen Geschiebeeintrag geprägtes furkierendes Flusssystem mit einer Breite von mehreren hundert Metern. Heute prägen Korrekturen den Lech im Projektgebiet:

- Geschieberückhalt und verändertes Abflussverhalten durch die oberstrom vorhandenen Lechstaustufen, beginnend mit dem Forggensee (Lechstaustufe 1, Fkm 154,0) bis zum Mandichosee (Lechstaustufe 23, Fkm 56,7).
- Reduzierte Flussbreite von etwa 65 m bis 72 m.
- Querbauwerke im Projektgebiet: 6 Abstürze zwischen Fkm 55,4 und 50,4; Hochablass bei Fkm 47,0.
- Durchgehende beidseitige Ufersicherungen und Hochwasserschutzdeiche.

Der Geschieberückhalt in Verbindung mit der reduzierten Flussbreite bewirkte eine Eintiefung des Lech, die immer noch fortschreitet. Das quartäre Kiesbett über den tertiären Sanden (Flinz) wird dabei immer weiter ausgeräumt.

Mit der Lechkorrektion und den damit einhergehenden Veränderungen der Grundwasserverhältnisse wurde der Lebensraum für Tiere und Pflanzen erheblich verschlechtert. Dies gilt sowohl für die aquatischen Lebensräume als auch die lechbegleitenden Auen. Der Lech entspricht nicht den Anforderungen an die EG-Wasserrahmenrichtlinie. Ebenso wird das Natura2000-Gebiet der Lechauen zwischen Königsbrunn und Augsburg erheblich beeinträchtigt [1]. Ohne entsprechende Maßnahmen zu ergreifen, würde die Verschlechterung der ökologischen Situation (aquatisch und terrestrisch) weiter voranschreiten.

**Ziel des Projekts Licca liber ist die Stabilisierung der Flussohle des Lech bei gleichzeitiger Renaturierung des Flusses und seiner Auen sowie die Einhaltung**

## **des vorhandenen Hochwasserschutzes für Siedlungen und Infrastruktureinrichtungen.**

Bei der Planung sind die Interessen infolge der Vielzahl der Nutzungsansprüche zu berücksichtigen. Insbesondere spielen die Grundwasserverhältnisse eine wesentliche Rolle. Einerseits hinsichtlich der Gewährleistung der Trinkwasserversorgung für Augsburg und Kissing. Andererseits im Zusammenhang mit der vorhandenen Bebauung entlang des Lech.

### **1.2 Aufgabenstellung**

Im Lech zwischen Mandichosee und Hochablass gibt es aktuell massive gewässerökologische Defizite (dies betrifft auch das Qualitätselement Makrozoobenthos). Unter anderem ist das Fließgewässerkontinuum unterbrochen, die vorhandenen Nebenarme sind vom Lech gänzlich abgeschnitten, generell ist die laterale Vernetzung mangelhaft ausgeprägt. Wichtige gewässerökologische Strukturen (flach überströmte, hydromorphologisch intakte Schotterbänke, Hinterrinner, Kolke,...) fehlen weitgehend und das System wird zusätzlich durch das durch die Staustufenkette am Lech veränderte Abflussregime und hohe Wassertemperaturen gestresst. Detailliertere Ausführungen können der Anlage B2 UVP-Bericht, Kapitel 5.5.7 Gewässerökologie entnommen werden.

Die Maßnahmen Licca liber sollen unter anderem zu einer gewässerökologischen Aufwertung führen. Ziel ist es den guten ökologischen Zustand für den Flusswasserkörper 1\_F127 nach WRRL zu erreichen (siehe [4]). Die wesentliche Voraussetzung dafür bietet der Rück-/Umbau der Abstürze, die Aufweitung des Lechs auf die nahezu doppelte Gewässerbreite sowie die Anbindung und Errichtung von Nebengewässern in den abgesenkten Vorländern.

Die nachfolgend beschriebenen Maßnahmen umfassen neben den im technischen Vorhaben enthaltenen Bauteilen (Siehe Anlage A.1) die erforderlichen ergänzenden Strukturierungsmaßnahmen, welche v.a. in den ersten Jahren nach der Errichtung zu einer Verbesserung des Habitatangebots (Bereitstellung und Initiierung von Strukturen) führen sollen.

### **1.3 Untersuchungsgebiet**

Der Lech (inklusive der ihn umfangenden Deiche) befindet sich im gegenständlichen Flussabschnitt zwischen Fkm zwischen Mandichosee (Fkm 56,74) und Hochablass (Fkm 47,0) nahezu vollständig im Gemeindegebiet der Stadt Augsburg (Landkreis

Augsburg). Auf der orographisch rechten Seite des Lech schließen direkt an die Deiche die Gemeinden Mering, Kissing und Friedberg (alle Landkreis Aichach-Friedberg) an. Diese liegen somit randlich im Vorhabensgebiet (rote Umrandung in nachfolgender Abbildung). Der Mandichosee selbst liegt in der Gemeinde Merching (Landkreis Aichach-Friedberg).

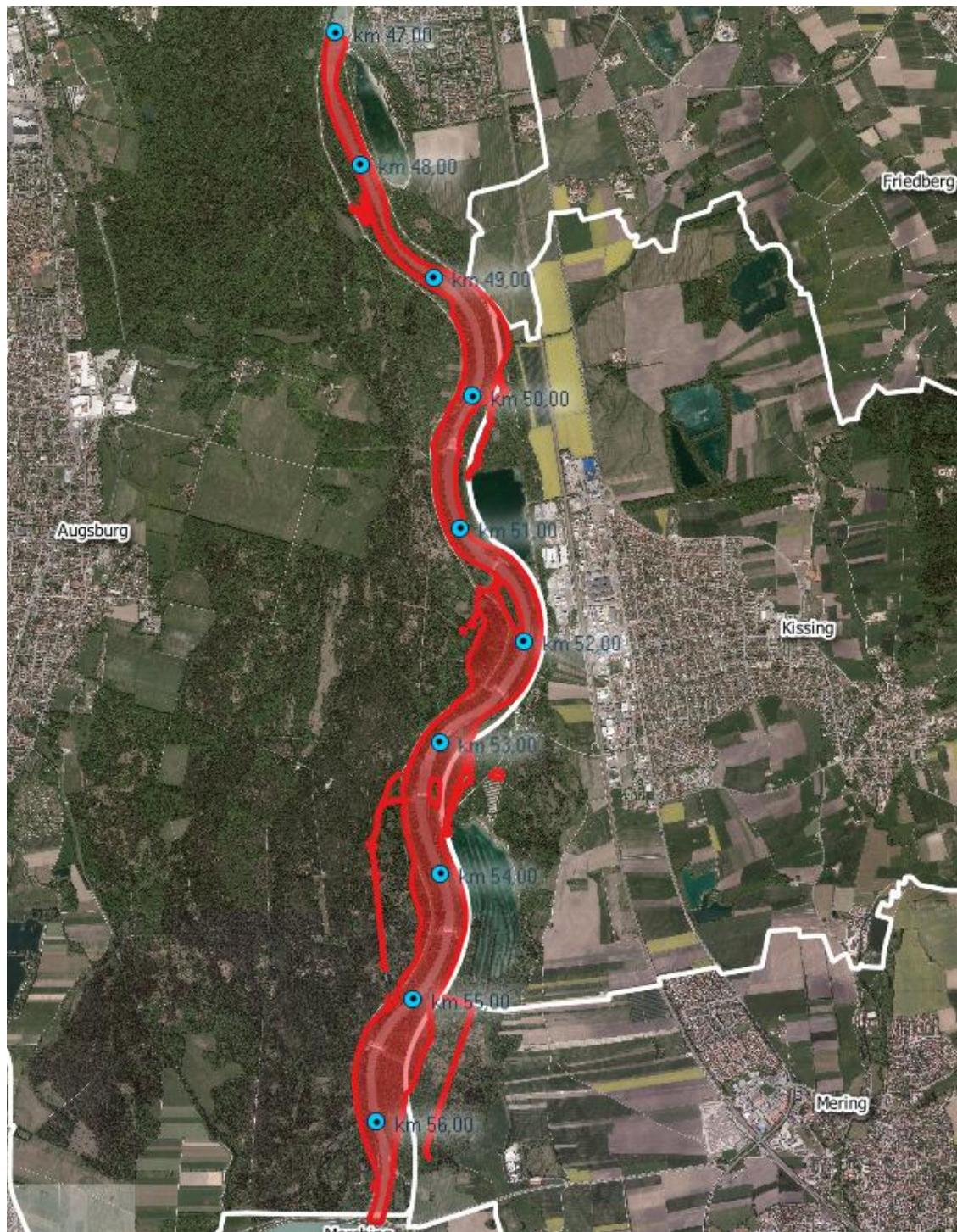


Abbildung 1: Gemeinden (weiß) im Vorhabensgebiet (rot)

## 2 Überblick Ökologie der Zielarten

Ein Ziel des Vorhabens ist es u.a. den Erhaltungszustand der FFH-Schutzgüter Groppe *Cottus gobio* und Huchen *Hucho hucho* im Natura 2000-Gebiet „Lechauen zwischen Königsbrunn und Augsburg“ (DE7631371) sowie die Lebensraumbedingungen weiterer Zielarten Barbe, Nase und Äsche zu verbessern. Der Steingressling wird als künftig potenziell mögliche Art berücksichtigt (vgl. Managementplan für das FFH-Gebiet 7631-371 Lechauen zwischen Königsbrunn und Augsburg, 2018). Derzeit weisen die aquatischen Schutzgüter im Standarddatenbogen jeweils einen schlechten Erhaltungszustand (C) auf.

### 2.1 Groppe

Die Groppe ist ein wenig mobiler Bewohner des Kieslückensystems, der hauptsächlich dämmerungs- und nachtaktiv ist und sich tagsüber unter Steinen und Wurzelwerk versteckt hält [9]. Die Groppe bewohnt vorzugsweise Höhlen und Ritzen (speleophil) in einem ausreichend rauen Sohlsubstrat. In Fließgewässern kommt es zu einer großenabhängigen Wahl von Mikrohabitaten [25]. Die adulten Groppen bevorzugen dabei größeres Substrat mit stärkeren Strömungen, während sich die jüngeren Groppen in Bereichen mit feinerem Substrat und niedrigeren Strömungen aufhalten. In naturfernen, regulierten Fließgewässern finden sich die größten Groppendichten in der Nähe von Brücken, wo künstliche Steine als Verstecke dienen und die stärksten Strömungen zu verzeichnen sind [17].

Die Groppe laicht im Frühjahr, meist zwischen März und Mai [14]. Die Laichzeit kann sich aber in alpinen Gewässern bis in den frühen Juni ausdehnen [24]. Als Laichplätze werden oft hohl aufliegende Steine, oder andere höhlenähnliche Gebilde verwendet, worauf bis zu 1.000 rötlich-gelbe Eier angeheftet werden. Nach 4-6 Wochen schlüpft die Brut und ernährt sich noch einige Zeit vom Dottervorrat [26].

Laut Managementplan [2c] liegt *entweder beim Absturzbauwerk bei Fluss km 51,4 oder bei km 52,4 die obere Verbreitungsgrenze im Gebiet. Aufgrund der hohen Beprobungsintensität ist es sehr unwahrscheinlich, dass sich in den oberen beiden Strecken ein Koppenbestand erhalten hat. Offenbar sind diese Abschnitte durch Strukturarmut und die Barrierewirkung der Absturzbauwerke so stark isoliert, dass die Koppe dort lokal ausgestorben ist.*

Durch die Wiederherstellung des Gewässerkontinuums kann nach Umsetzung des Projektes jedoch mit einer Expansion in flussauf gelegene Gewässerbereich gerechnet werden.

## 2.2 Huchen

Der Huchen besiedelt schnell fließende Fließgewässer in der Äschen- und Barbenregion. In der Laichzeit kann der größte heimische forellenartige Fisch jedoch bis zu 10 km in die Forellenregion wandern [14]. Er gilt als Standfisch, der sich bevorzugt an tiefen, geschützten Stellen am Ufer aufhält.

Die Laichzeit findet im März/April statt, wo er an seichten Stellen mit Kiesgrund ablaicht. Das Weibchen (Rogner) legt bis zu 25.000 Eier in eine Laichgrube (Durchmesser 1,2-3,0 m), die zuvor spektakulär ausgeschlagen wird. Das dominierende Substrat umfasst typischerweise Korngrößen zwischen 2 und 6 cm Durchmesser, wobei der Feindsedimentanteil (Korngrößen < 0,63 mm) mit 10 % sehr gering ist. Die Laichgruben liegen in 0,4 bis 1 m Wassertiefe und sind mit 0,4 bis 1,0 m/s Geschwindigkeit überströmt bzw. am Vorderende angeströmt. Die Brut schlüpft nach 25 bis 40 Tagen bei 8-10 °C und wächst schnell heran.

## 2.3 Äsche

Die Äsche lebt als Standfisch in klaren, kühlen, schnell fließenden Gewässern mit Sand- und Kiesgrund. Diese Art bewohnt reich strukturierte große Bäche bis hin zu kleineren Flüssen mit Breiten zwischen 5 und 40 m und einem Gefälle zwischen 2 und 15 %. [15]. In diesen Gewässern wechseln schnellfließende, kiesige Bereiche und tiefere, ruhigfließende Gewässerabschnitte. Die Jungfischhabitate befinden sich in Flachwasserzonen, während sich die bevorzugten Aufenthaltsorte der Adulten in Furten und Kolken befinden [16]. Die Jungäschen bevorzugen dabei Wassertiefen von 50-60 cm, bereits nach einem Jahr sind die Individuen in Tiefen von 80-120 cm und ausgewachsene Äschen in Tiefen von 100-140 cm zu finden [19].

Zum Ablaichen wählen Äschen Habitate mit den stärksten verfügbaren Strömungen aus, während schwächere Fließgeschwindigkeiten gemieden werden [7]. Zur Laichzeit (März bis Mai) schlägt das Weibchen (Rogner) an einer überströmten Kiesbank eine Laichgrube aus und bedeckt die 3.000 bis 6.000 Eier nach der Befruchtung wieder mit Kies [14]. Dabei weist der Kies eine bevorzugte Substratgröße von 16-32 mm auf, in einer bevorzugten Wassertiefe von 30-40 cm, bei einer Strömung von 0,5-0,6 m s<sup>-1</sup> [22]. Die Eier entwickeln sich je nach Wassertemperatur innerhalb von zwei bis vier Wochen im Bachsediment.

## 2.4 Barbe

Als Lebensraum bevorzugt die Barbe klare, sauerstoff-, und strukturreiche Fließgewässer (reophile Art) mit Sand – oder Kiesgrund und kommt am häufigsten im Mittellauf von Flüssen (Barbenregion) vor [26]. Diese Fischart ist dämmerungs- und nachtaktiv und verweilt untertags im Uferbereich unter Brücken oder überhängenden Bäumen [18].

Die Laichzeit der Barbe fällt in die Monate Mai bis Juli (selten bis September), wenn die Temperaturen über 14 bis 16 °C steigen [18]. Dabei werden beachtliche Laichwanderungen zurückgelegt. In kiesigen Untergrund werden an die 8.000 Eier und mehr in Laichgruben gelegt, wo die Larven nach 10 bis 15 Tagen schlüpfen und sich zwischen Steinen verstecken bis der Dotter aufgebraucht ist [26]. Die Laichplätze weisen Korngrößen von 2-6 cm auf, bei Wassertiefen von 20-30 cm und mittleren Fließgeschwindigkeiten von 0,2-0,9 m s<sup>-1</sup> [8].

## 2.5 Nase

Der Lebensraum der Nase findet sich in langsam bis schnell fließenden größeren Flüsse mit steinigem, kiesigem oder sandigem Untergrund [18]. Diese Fischart ist daher ein Leitfisch der Barbenregion und kommt vereinzelt auch noch in der Äschenregionen vor, wo sich die Nasen im Winter in dichten Schwärmen an tieferen Stellen im sogenannten Winterlagern aufhalten [14].

Ab einer Temperatur von 12°C findet von März bis Mai die Laichzeit statt [18]. Abgelaicht wird über kiesigem Untergrund in Wassertiefen von 15-30 cm und Fließgeschwindigkeiten von 0,7 bis 1,2 m s<sup>-1</sup>, wo die Weibchen bis zu 100.000 klebrige Eier an seichten überströmten Stellen in Gruben ablegen [26]. Die Larven halten sich im Uferbereich auf und haben noch eine sehr bodenorientierte Lebensweise, bevor sie als Erwachsene die schneller fließenden Bereiche der Flüsse aufsuchen [18]. Zum Laichen bevorzugt diese Art Wassertiefen von 15 bis 30 cm. Die laichbereiten Tiere wählen dazu Stellen in der Flusssohle mit einem stärker ausgeprägten Gefälle als im übrigen Teil des Gewässers. Die juvenilen Stadien nutzen einerseits großflächige Schotterbänke und andererseits kaum durchströmte Buchten mit eingetauchter Vegetation. Die Nase stellt das ganze Jahr über hohe Anforderungen an die strukturelle Vielfalt ihres Lebensraumes [20].

## 2.6 Steingressling

Der Steingressling bewohnt bevorzugt seichte Uferbereiche von schnell fließenden Flüssen und Bächen mit steinigem Substrat und Fließgeschwindigkeiten zwischen 0,5 und  $1,5 \text{ m s}^{-1}$  [6]. Die Jungfische präferieren ebenfalls seichte Abschnitte, die jedoch schwache Strömungen und einen sandigen Untergrund aufweisen, während die Laichhabitare wiederum in Abschnitten mit starken Strömungen (ca.  $1 \text{ m s}^{-1}$ ) liegen [18]. Die Art ist ein Haftlaicher, wobei die Eier im Mai/Juni im Uferbereich an Steinen, seltener an Pflanzen abgesetzt werden [14]. Optimale Habitare sind durchgängige Fließgewässer mit schotrigem Sohlsubstrat und über weite Strecken ausgeprägtem Gradienten hinsichtlich Strömung und Tiefen im Querprofil bei jeder Wasserführung [15].

## 3 Allgemeines zu den Maßnahmen der gewässerökologischen Aufwertung

Im Lech zwischen Mandichosee und Hochablass gibt es aktuell massive gewässerökologische Defizite (dies betrifft auch das Qualitätselement Makrozoobenthos). Unter anderem ist das Fließgewässerkontinuum unterbrochen, die vorhandenen Nebenarme sind vom Lech gänzlich abgeschnitten, generell ist die laterale Vernetzung mangelhaft ausgeprägt. Wichtige gewässerökologische Strukturen (flach überströmte, hydromorphologisch intakte Schotterbänke, Hinterrinner, Kolke,...) fehlen weitgehend und das System wird zusätzlich durch das durch die Staustufenkette am Lech veränderte Abflussregime und hohe Wassertemperaturen gestresst. Detailliertere Ausführungen können der Anlage B2 UVP-Bericht, Kapitel 5.5.7 Gewässerökologie entnommen werden.

Die Maßnahmen Licca liber sollen unter anderem zu einer gewässerökologischen Aufwertung führen. Ziel ist es den guten ökologischen Zustand für den Flusswasserkörper 1\_F127 nach WRRL zu erreichen (siehe [4]). Die wesentliche Voraussetzung dafür bietet der Rück-/Umbau der Abstürze, die Aufweitung des Lechs auf die nahezu doppelte Gewässerbreite sowie die Anbindung und Errichtung von Nebengewässern in den abgesenkten Vorländern.

Die nachfolgend beschriebenen Maßnahmen umfassen einerseits die im technischen Vorhaben enthaltenen Bauteile, andererseits ergänzende Strukturierungsmaßnahmen, welche v.a. in den ersten Jahren nach der Errichtung zu einer Verbesserung des Habitatangebots (Bereitstellung und Initiierung von Strukturen) führen sollen.

In der Prognose der Entwicklung des Lech, der Nebengewässer und der Vorländer bestehen naturgemäß Unsicherheiten, welche u.a. auch durch die Anzahl und Größe künftiger Hochwasserereignisse mitbestimmt werden. Daher soll durch ein

begleitendes Monitoring sichergestellt werden, dass bei Bedarf künftig auch ergänzende und korrigierende Maßnahmen umgesetzt werden können. Zudem besteht aufgrund des langen Umsetzungszeitraums die Möglichkeit auf Erfahrungen in der ersten Umsetzungsphase zurückzugreifen und diese in weiterer Folge zu berücksichtigen.

Mit Ausnahme der Groppe bzw. des Steingresslings, die als Laichplätze grobblockiges Substrat benötigen bzw. die Eier an Steine/Pflanzen heften, gelten die anderen Zielarten als typische Kieslacher. Essentiell für deren langfristigen Bestand in einem Gewässer und eine erfolgreiche Reproduktion sind geeignetes Laichsubstrat sowie geeignete Habitate (Wassertiefe, Strömungsverhältnisse etc.) für die verschiedenen Altersstadien. Im Folgenden wird auf die ökologischen Ansprüche der wichtigsten Zielarten und deren Altersstadien eingegangen.

Generell zeichnen folgende Habitatstrukturen einen vielfältigen Fischlebensraum aus, die den Lebensraumansprüchen der Zielarten und deren Altersstadien gerecht werden:

- Natürliche (nicht kolmarierte) Flussohle
- Breites Spektrum an sortierten Substraten (Blöcke, Schotter- und Kiesbänke unterschiedlicher Korngrößen, Sandbänke)
- Furten (flach überströmte schotterbedeckte Bereiche)
- Rauschen, Schnellen (schnelle Flusspassagen mit grobem Untergrund und stärkerem Gefälle)
- Düsen (Engstellen mit schneller und tiefer Strömung) kombiniert mit
- Pools, Kolken, und Kehrwässern mit hohen Wassertiefen und geringen Fließgeschwindigkeiten
- Einstände in Stein und Holzstrukturen
- Einstände in überhängenden Uferstrukturen
- Schotter-/Kiesbänke (alternierend) mit Hinterrinnern
- Schotterinseln (im Stromstrich), Aufzweigungen/Furkation
- Fischpassierbare Anbindung an Zubringergewässer

Durch das Vorhaben sollen für die oben genannten Zielarten geeignete Lebensraumbedingungen geschaffen werden bzw. bestehende Habitate verbessert werden. Durch die Wiederherstellung der Konnektivität, den pendelnden Verlauf, die wechselnde Zusammensetzung des in den Inselstrukturen vorgelagerten Materials (Kies, Feinsedimente, etc.), die unregelmäßigen Abtrags- und Vorschüttungsmengen, der Eintrag von Totholz und zusätzliche Strukturierungen in den

Nebengewässersystemen sollen sich unmittelbar nach Durchgang des ersten Hochwassers heterogene, naturnahe Verhältnisse bezüglich Wassertiefen, Fließgeschwindigkeiten und Substratverhältnisse einstellen, die den Lebensraumansprüchen der Zielarten gerecht werden. Im Zuge des Projektes werden auch gezielt Laichplätze für die kieslaichenden Zielarten errichtet, deren Beschaffenheit in folgender Tabelle zusammengefasst ist. Zudem sind auch die Ergebnisse aus den Siebanalysen der WU angeführt.

Tabelle 1: Abiotische Anforderungen von Laichplätzen der kieslaichenden Zielarten (nach [10], [11], [12], [16] und [20])

Fischart	Tiefe [m]	Fließgeschwindigkeit [m/s]	Choriotop	Beschattung
Äsche	0,2-0,3	0,4-0,7	Akal-Mesolithal	vorhanden - fehlend
Barbe	0,2-0,6	0,2-0,9	Akal-Mikrolithal	mittel
Nase	0,2-0,5	0,6-1,3	Mikrolithal	Vorhanden - fehlend
Huchen	0,3-0,8	0,4-0,8	Mikro-Mesolithal	fehlend

Akal=0,2-2cm; Mikrolithal=2-6,3cm; Mesolithal=6,3-20cm

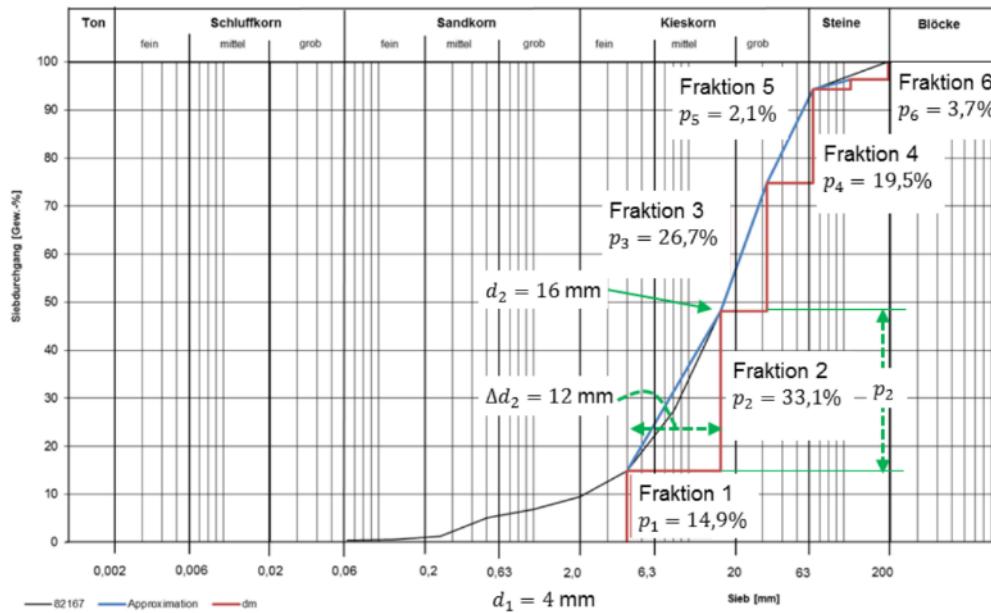


Abbildung 2: Gemessene (schwarz) und approximierte (blau) Kerngrößenverteilung und Kornklassen (rot); ([3], Anlage 5.1, Modellkonzept)

Tabelle 2: Übersicht Kornkenngrößen aller Proben der Jahre 2011-2016 ([3], Anlage 5.1, Modellkonzept)

<b>Bezeichnung</b>	<b>Jahr</b>	<b>Fkm</b>	<b>charakteristische Korndurchmesser</b>						
			<b><math>d_{30}</math></b> [mm]	<b><math>d_{50}</math></b> [mm]	<b><math>d_m</math></b> [mm]	<b><math>d_{90}</math></b> [mm]	<b><math>d_{max}</math></b> [mm]		
<b>Hochablass - Lechstaustufe 23</b>									
<b>Unterschicht:</b>									
S_2011_MS2	2011	56,40	8,52	15,33	20,51	43,78	99,67		
S_2011_MS3	2011	55,90	9,31	17,79	24,58	58,46	100,67		
82171_2016_US	2016	55,00	10,03	17,45	25,13	55,09	157,00		
S_2011_MS4	2011	54,90	10,10	17,79	21,95	45,62	92,00		
SA_2016_US	2016	54,00	10,94	17,89	21,03	42,74	80,00		
S_2011_US7b	2011	53,30	9,05	19,50	25,33	58,49	90,33		
S_2011_US8b	2011	53,20	8,68	15,37	20,15	43,84	88,33		
82167_2016_US	2016	51,22	9,04	17,14	26,49	56,26	194,00		
S_2011_MS9	2011	50,20	6,57	11,06	14,95	32,42	68,67		
S_2011_MS11	2011	49,50	9,43	16,88	21,59	44,67	103,00		
82166_2016_MS	2016	47,20	10,33	18,46	26,33	57,15	143,00		
<b>Deckschicht:</b>									
82172_2016_DS	2016	55,00	9,49	25,68	33,92	82,98	132,00		
LZA_2016_DS	2016	55,00	42,13	61,49	62,01	112,49	150,00		
S_2011_DS7a	2011	53,30	50,75	65,92	65,07	91,20	92,00		
S_2011_DS8a	2011	53,20	41,17	51,53	52,82	84,88	104,33		
82168_2016_DS	2016	51,22	5,61	12,93	22,79	56,23	128,00		
<b>Vorland:</b>									
82169_2016_DS	2016	53,60	7,35	16,37	20,65	49,98	100,00		
82170_2016_US	2016	53,60	1,02	10,32	14,81	38,55	63,00		
S_2011_V5	2011	54,90	9,35	14,17	17,30	34,84	85,00		
S_2011_V10	2011	50,20	10,01	17,26	22,47	51,17	87,00		

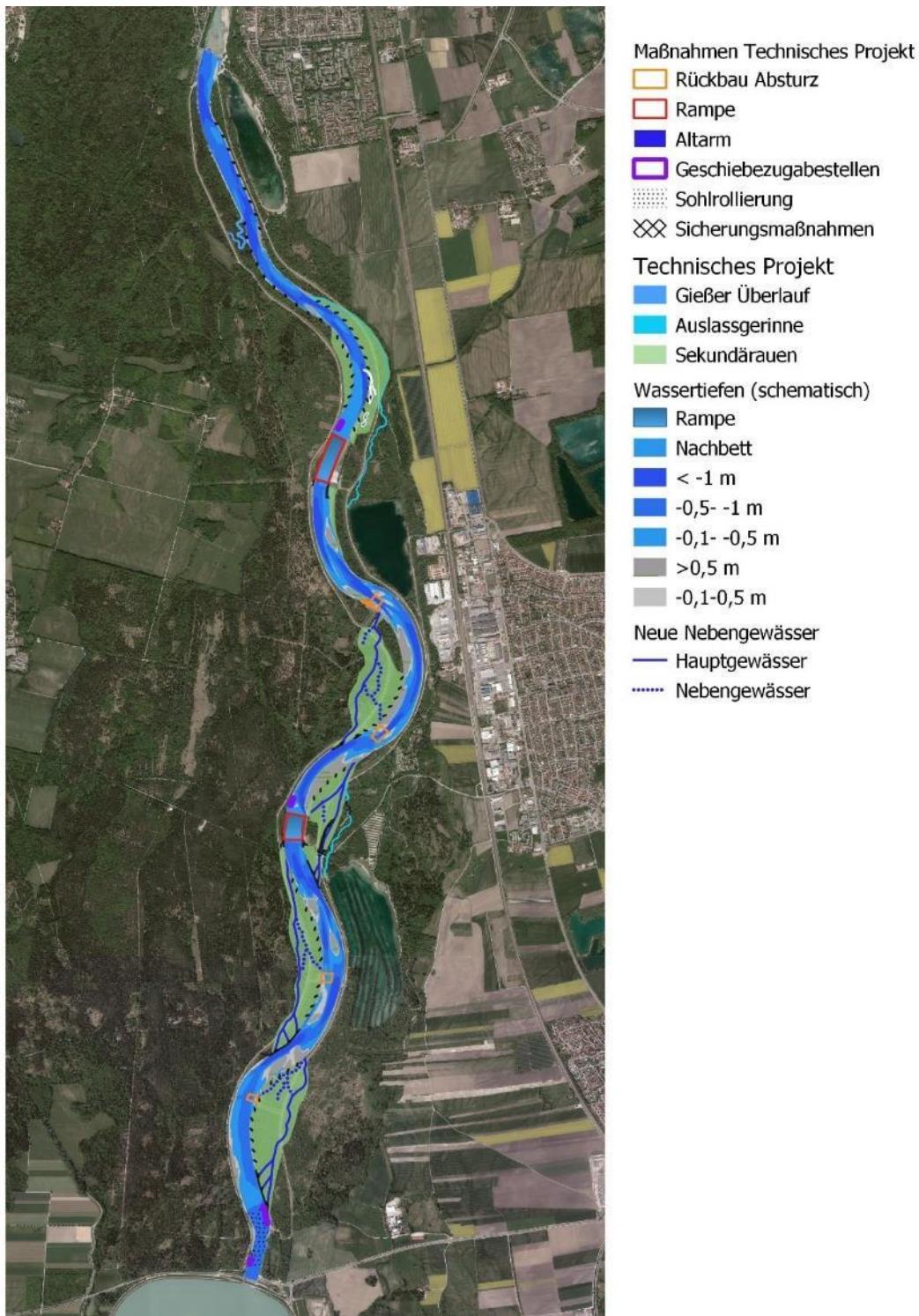


Abbildung 3: Schematische Darstellung der gewässerökologisch relevanten Maßnahmen, die Strukturierung der Nebengewässer, Altarme und Ausleitungsgerinne sind in Kapitel 5.4 und 5.5 beschrieben

#### 4 Flussbauliche Maßnahmen des Technischen Projekts

Wesentliche Bausteine für die gewässerökologische und im Speziellen die fischökologische Aufwertung des Lech sind die flussbaulichen Maßnahmen, welche zu einer grundlegenden Änderung der Flusslandschaft zwischen dem Mandichosee und dem Hochablass führen werden. Ziel der Projektierung ist die Wiederherstellung eines weitgehend dynamischen Flusssystems, welches sich am ursprünglichen Zustand orientiert (siehe Leitbild in Anlage A1 Erläuterungsbericht, Kapitel 5.2). Maßgeblich für die Planung sind die vorgegebenen Rahmenbedingungen, welche den Handlungsspielraum für die eigendynamische Entwicklung des Lech beschränken. Insbesondere sind dies die Vorgaben bezogen auf die Grundwasserverhältnisse (Trinkwasser, Bebauung) und den Hochwasserabfluss.

Bei der Planung der im technischen Projekt angeführten Sicherungsmaßnahmen (z.B. Sicherung der bestehenden Deiche, Ufersicherung im Bereich der Sekundäraue, Sicherung der Einlaufbereiche der Nebengewässer, Sicherung der Zulaufstrecken zu den Rampen...) wurde immer abgewogen, ob diese erforderlich sind bzw. welches Risiko eingegangen werden kann.

Ein Verzicht auf die Sicherungsmaßnahmen z.B. im Einlaufbereich der Nebengewässer oder auf die verdeckt eingebauten Buhnen in den Sekundärauen würde ein Sicherheitsproblem darstellen. Fixpunkte stellen auch die beiden Rampenbauwerke da, über welche der Lech geführt werden muss. Die Folgen einer unkontrollierten Entwicklung des Lech (z.B. Nebengewässer wird zum Hauptarm, der Lech verlegt sich in den Bereich der Sekundäraue) würde nicht zuverlässig prognostizierbare Folgen mit sich bringen. Angesichts des engen Korsetts betreffend Hochwasserschutz und Grundwasser wäre dies im Projekt nicht darstellbar und nicht genehmigungsfähig. Siehe dazu die Ausführungen in Anlage A1 Erläuterungsbericht.

Aus gewässerökologischer Sicht sind insbesondere nachfolgende Maßnahmen von Relevanz, welche in Anlage A1 Erläuterungsbericht, Kapitel 5.4 detailliert beschrieben sind:

##### **Umbau Abstürze zu aufgelösten Sohlrampen Fkm 53,4 und Fkm 50,4**

Die beiden biologisch durchgängigen Rampen ersetzen die Abstürze an den jeweiligen Fkm.

- Wiederherstellung der Durchgängigkeit v.a. für Mittelstreckenwanderer (Barbe, Huchen, Nase), aber auch für Kurzstreckenwanderer (Äsche, Groppe, Steingressling); Damit wird auch gewährleistet, dass ausreichend viele potenzielle Elterntiere zur Laichzeit zu den Laichplätzen gelangen können

- Einbau von Kolken im Bereich der Nachbettsicherung als Einstand (v.a. für adulte Huchen)

### Rückbau Abstürze

Die Abstürze Fkm 55,4 - 54,4 – 52,4 – und 51,4 werden zurückgebaut. Dies kann allerdings erst dann erfolgen, sobald die (eigendynamische) Aufweitung des Lech ein ausreichendes Maß erreicht hat und dadurch die Funktion der Sohlstabilisierung übernehmen kann.

- Wiederherstellung der Durchgängigkeit v.a. für Mittelstreckenwanderer (Barbe, Huchen, Nase), aber auch für Kurzstreckenwanderer (Äsche, Groppe, Steingressling); damit wird auch gewährleistet, dass ausreichend viele potenzielle Elterntiere zur Laichzeit zu den Laichplätzen gelangen können
- Freisetzen von Fließgefälle und Entwicklungsraum für Fließgewässerhabitate für die rheophilen Arten (Barbe, Huchen, Nase, Äsche, Groppe, Steingressling)

### Rückbau Ufersicherungen – Aufweitungen

Der Rückbau der Ufersicherung erfolgt in den Pralluferbereichen. Der Rückbau stellt eine Initialmaßnahme für die darauffolgende eigendynamische Seitenerosion dar. Oberstrom des Absturzes bei Fkm 50,4 kann die Aufweitung jeweils bis beinahe zum Deichfuß des bestehenden Deichs erfolgen. Die Sohlbreite kann sich von derzeit etwa 70 m auf bis zu 130 m vergrößern. Unterstrom des Absturzes bei Fkm 50,4 (Abschnitte 6 und 7) muss auf Grund der Grundwassersituation die Aufweitung des Lech auf eine Sohlbreite von etwa 85 m begrenzt werden. Im Zeitraum der **eigendynamischen Aufweitungen** werden aus den Uferbereichen große Geschiebemengen in den Lech eingebbracht (rund 1.000.000 m<sup>3</sup> in einem Zeitraum von ca. 20 Jahren<sup>1</sup>). Diese unterstützen die Sohlstabilität und ermöglichen eine morphologische Dynamik.

- Bildung flach überströmter Kiesflächen im Gleitufer des Hauptflusses als Laichplätze für die Äsche, Huchen, Barbe und Nase sowie Adulthabitat für den Steingressling. Durch den entsprechenden Grobkies und Steinanteil im Lechgeschiebe sind auch entsprechende Koppenhabitale zu erwarten.

---

<sup>1</sup> Auf die Abschnitte des Vorhabens teilen sich die Geschiebemengen wie folgt auf:

A1: 210.000m<sup>3</sup>  
A2: 210.000m<sup>3</sup>  
A3: 232.000m<sup>3</sup>  
A4: 77.000m<sup>3</sup>  
A5: 61.000m<sup>3</sup>  
A6: 40.000m<sup>3</sup>  
A7+8: 176.000m<sup>3</sup>

- Schaffung naturnaher Uferzonen mit flachen, strömungsarmen Uferbereichen im Gleitufer und angeströmten Hängen im Prallufer als Juvenilhabitat für Äsche, Huchen, Barbe, Nase, Koppe und Steingressling

### **Sekundärauen inkl. Nebengewässer**

Zur Erhöhung der Überflutungshäufigkeit und zur Reduzierung des Flurabstands werden Vorlandflächen in den Abschnitten 1, 2, 3, 4 und 6 abgesenkt, so dass durchschnittlich mehrmals pro Jahr (Zielgröße durchschnittliche 20 Tage / Jahr) eine Überflutung erfolgen wird. Zudem wird der Grundwasserflurabstand reduziert. In der Sekundärauen werden Nebengewässer angelegt. Die Nebengewässer werden so dimensioniert, dass sie etwa 5 bis 15% des Abflusses im Lech bei MQ aufnehmen können. Aufgrund der Höhenlage ist abschnittsweise von einer Exfiltration von Grundwasser in die Nebengewässer auszugehen, wodurch die Wassertemperaturen gesenkt werden bzw. lokale Kaltwasserrefugien insbesondere in tiefen Kolken entstehen können.

- Schaffung/Wiederherstellung von durchgehend angebundenen Nebengewässern mit den für das Leitbild typischen Habitaten (Kolke, Furten, Fließrinnen, Ruhigwasserbereiche, Totholzstrukturen mit der Funktion als Fischeinstände....) sowie wichtige Laichhabitare für Kieslaicher (Äsche, Huchen, Barbe, Nase)
- Ausbildung tiefer Rinnen und Kolke im Bereich der gewässerökologischen Strukturierungsmaßnahmen als Adulthabitate für den Huchen
- Wiederherstellung von Hochwasserrefugien in den Nebengewässern und den Vorländern
- Durch die Anbindung an das Grundwasser ist von einer Reduktion der Wassertemperatur auszugehen, wodurch das Nebengewässersystem bei Hitzewellen wichtige Refugien für die kälteliebenden und sauerstoffbedürftigen Salmoniden bietet

### **Herstellung Stillgewässer und Altarm**

Im Abschnitt 6 werden als Ersatz für den Verlust eines Gewässerkomplexes im Bereich der Rampe 50,4 ein einseitig angebundener Altarm und zwei daran angrenzende Stillgewässer geschaffen

- Rückzugsbereich bei Hochwasserereignissen
- Laichhabitare (Makrophyten) für Krautlaicher
- Ausgedehnte wechselfeuchte Flachuferzonen als Aufwuchsgebiete für die Brut
- Strömungsarme Winterlager für kleinere und mittelgroße Individuen
- Refugialräume gefährdeter Arten (Kleinfische)

## Anbindung Gießer Überlauf

Der im Stadtwald linksseitig des Lech verlaufende Gießer Überlauf wird an den Lech etwa auf Höhe von Fkm 48,4 angebunden. Dazu wird im linksseitigen Hochwasserschutzdeich ein Sielbauwerk eingebaut. Zum Anschluss an den Lech wird ein naturnahes Gerinne mit einer Länge von etwa 630 m angelegt. Dabei wird ein Höhenunterschied von 2,78 m überwunden (mittleres Gefälle 0,44 %).

- Anbindung eines bestehenden Nebengewässers an den Lech
- Reproduktionsräume bzw. Rückzugsbereiche bei Hochwasserereignissen
- Vernetzung von Populationen und Anschluss an potenzielle Laichhabitatem

## Anbindung Grundwasserseen

An den beiden Grundwasserseen Weitmannsee und Auensee werden der vorhandene Auslass (Weitmannsee) ertüchtigt bzw. neu errichtet (Auensee) und neue Auslassgerinne angelegt, die dann in den Lech münden. Die Maßnahme ist erforderlich, um einen Anstieg des Grundwassers auf der Ostseite des Lech im Bereich der Gemeinde Kissing und Augsburg-Hochzoll zu vermeiden. Die neuen Gerinne müssen aufgrund der technischen Vorgaben abgedichtet werden, werden jedoch mit ortstypischen Kiesmaterial (Aufbau ca. 50 cm, vorwiegend Akal (0,2-2 cm) bis Mikrolithal (2-6,3 cm) überschüttet, um die Habitateigenschaften für Fischarten zu verbessern sowie ein entsprechendes Laichsubstrat zur Verfügung zu stellen.

- Herstellung flach überströmter Kiesbänke an der Mündung in den Lech als Reproduktionsstätte für Äsche, Huchen, Nase und Barbe
- Schaffung von Hochwasserrefugien für die Fischfauna
- Bereitstellung zusätzlicher Habitatstrukturen (langsam und konstant fließendes Gewässer mit geringer Dynamik, Förderung Makrophyten als Laichhabitat für Krautlaicher)

## Geschiebezugabe

Die Geschiebezugabe ist Bestandteil der Maßnahmen zur Sohlstabilisierung und ist eine wesentliche Grundlage für das Erreichen einer gewünschten morphologischen Dynamik. Gemäß den Untersuchungen in den WU [3] beträgt die erforderliche durchschnittliche jährliche Geschiebezugabe etwa 3.000 bis 5.000 m<sup>3</sup>.

- Langfristige Sicherstellung morphodynamisch weitgehend intakter Kiesflächen als Reproduktionsstätten für Kieslaicher (Äsche, Huchen, Nase und Barbe)

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick der geplanten Maßnahmen und die prognostizierten positiven Effekte auf die Fischfauna im ggst. Lechabschnitt.

Tabelle 3: Überblick über die geplanten Maßnahmen am Lech zwischen Mandichosee (Fkm 56,74) und Hochablass (Fkm 47,0) mit Bewertungsschema der Abschätzung von Verbesserungen für den gewässertypischen Fischbestand charakteristische Gruppen und Alterstadien mit speziellen Lebensraumansprüchen in Anlehnung an [5]

Maßnahme	Rheophile kieslaichende Indifferente			Indifferente Stagnophile		
	R	JV	AH	R	JV	AH
Umbau Abstürze	XXX		XXX			
Rückbau Abstürze	XXX	XX	XXX			
Rückbau Ufersicherungen – Aufweitungen	XXX	XXX	X	X	XXX	XX
Sekundärauen inkl. Nebengewässer	XXX	XXX	XX	XXX		
Herstellung Stillgewässer und Altarm		XX	X	XXX	XXX	XXX
Anbindung Gießer Überlauf	XX	XX	XX			
Anbindung Grundwasserseen	XXX	XX	X	XXX	XXX	XX
Geschiebezugabe	XXX	XXX	X			

R=Reproduktion, JV= Juvenilenhabitat, AH=Adulthabitat

X = mittlerer Beitrag zur Erfüllung dieses Aspekts

XX = starker Beitrag zur Erfüllung dieses Aspekts; erfüllt alleine Mindestfordernis für kurz-/mittelfristige Erhaltung der Populationen

XXX = sehr starker Beitrag zur Erfüllung dieses Aspekts; erfüllt alleine Mindestfordernis für langfristige Erhaltung der Populationen

## 5 Ergänzende gewässerökologische Strukturierungsmaßnahmen

### 5.1 Kiesschüttung Uferrückbau am Lech / Initiale Aufweitung

In jenen Bereich, wo das verbaute Ufer entfernt wird (initiale Aufweitung) und sich der Lech künftig eigendynamisch aufweiten wird, wird das gesamte gewonnenen Kiesmaterial direkt dem Lech zugeführt. Dies erfolgt im Zuge der Herstellung Zug um Zug, siehe nachfolgende schematische Abbildung. In Summe werden dadurch schon in den ersten Jahren der Umsetzung insgesamt rund 150.000 m<sup>3</sup> Kies aus dem Uferrückbau der Prallufer zugeführt.

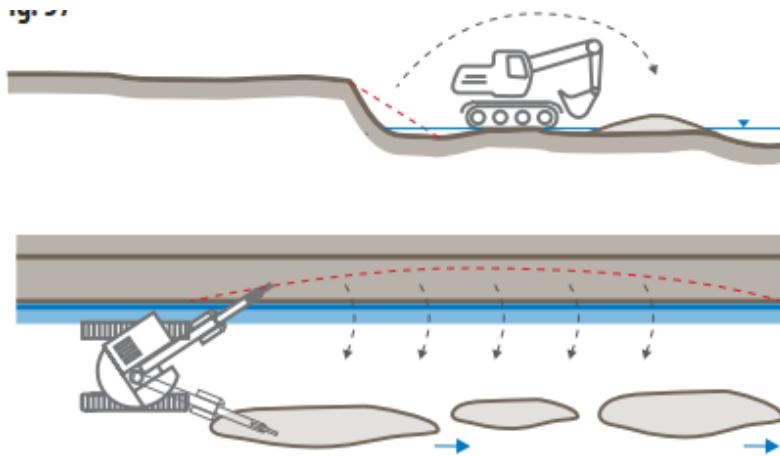


Abbildung 4: Schematische Darstellung der Initialen Aufweitung und Geschiebezugabe Lech [21]

Zusätzlich werden durch die eigendynamische Aufweitung des Lech bis zum Erreichen des Endzustands (ökologischer Zielzustand) weitere 1.000.000 m<sup>3</sup> Kies mobilisiert (siehe oben). Dadurch entstehen im Lech genau jene Strukturen, die für die aquatische Fauna von großer Bedeutung sind: flach überströmte Kiesflächen, Hinterrinnen, Kolke, Furten, Buchten....

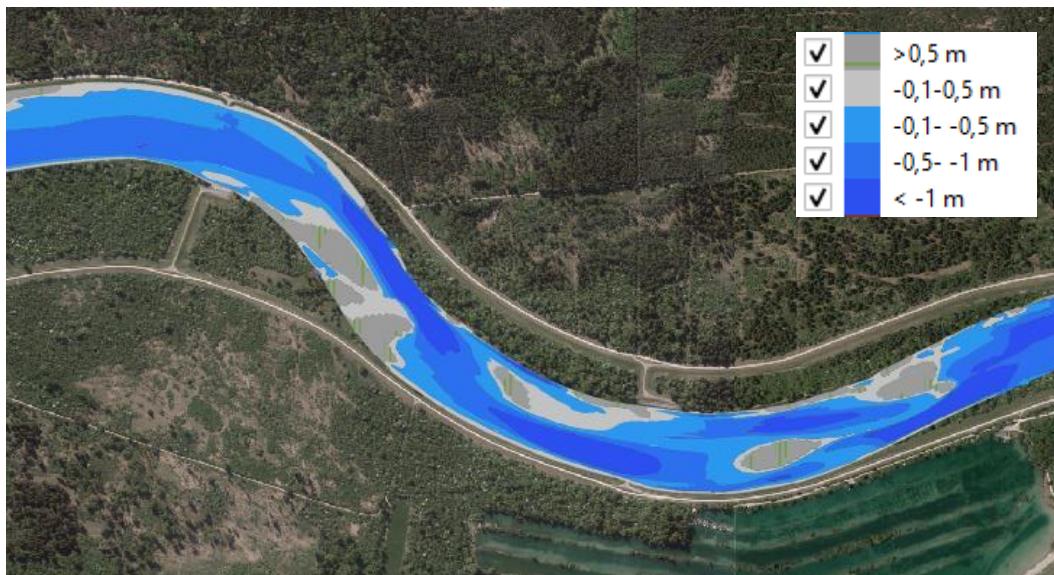


Abbildung 5: mögliche Verteilung von Kiesbänke (grau) und Wassertiefen (blau) im Endzustand (schematische Abbildung) bei Mittelwasser

## 5.2 Kiesschüttung Innenbögen Lech

### Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsweise

Die Ufer des Lech werden in längeren Abschnitten ohne uferparallele Längssicherung ausgeführt, dafür werden verdeckte Buhnen (10 m Abstand zur Uferlinie) vorgesehen. Die unmittelbaren Ufer des Lech bleiben im vorderen Bereich ungesichert und können sich eigendynamisch entwickeln. Je nach Anströmung der Ufer entwickeln sich diese, in den Pralluferbereichen wird Material tendenziell erodiert, in den Gleituferbereichen lagert sich tendenziell Material ab. Wie die nachfolgende Abbildung zeigt, können sich aufgrund der Breite des Flussbetts auch am Regulierungsinnenbogen Tiefenrinnen ausbilden. Grundsätzlich sollen die Ufer mit Bedacht auf die potenziellen Entwicklungen schon während des Baus variabel ausgeformt werden. Die Böschungsneigung soll variieren von steilen 2:3 bis ganz flache Uferzonen (1:5 – 1:8 und flacher). Auch die Wasseranschlagslinie wird dadurch länger und mehr verzahnt mit dem Gerinne.

### Beispielbilder



Abbildung 6: Variabel flach geneigte Uferabschnitte an Salzach (li) und Lech (re),  
Fotos: Revital

Bei der Herstellung der Vorlandabsenkungsflächen fallen große Mengen an Kies an. Rund 10 % des anfallenden Materials wird – je nach hydraulischen Möglichkeiten um die Hochwassersituation nicht zu verschlechtern – direkt dem Lech zugegeben, in Summe rund 120.000 m<sup>3</sup>. Der Kies wird verwendet, um die Anhebung der Lechsohle, insbesondere unterhalb der rückzubauenden Abstürze, zu beschleunigen. Gleichzeitig werden hier sehr wertvolle Lebensräume im Hauptfluss initiiert. Das Einbringen von

Kies in den Lech kann nur in Verbindung mit dem vorgesehenen Monitoring und einer entsprechenden hydraulischen Betrachtung erfolgen. Die Hochwassersituation darf gegenüber dem Bezugszustand nicht verschlechtert werden.

Beim Einbringen des Kiesmaterials sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Einbau in Niedrigwasserzeit, möglichst im Trockenen
- Schüttung langgezogener Kiesinseln im Bereich der Innenbögen
- Höhe der Inselschüttungen reicht im Mittel auf HQ1  
(vorher jeweils Prüfung, ob hydraulisch zulässig)
- Gezielte Schaffung von Hinterrinnern

### 5.3 Optimierung Querschnittsgestaltung Nebengewässer

Die durchströmten Nebengewässer dienen insbesondere der Realisierung gewässerökologischer Ziele. Sie erfüllen im Sinne des hydromorphologischen Leitbildes die Abbildung wesentlicher Elemente der gewässertypischen Habitatvielfalt. Die neu entstehenden funktionellen Uferzonen sind erforderlich, um den guten ökologischen Zustand gemäß EG-WRRL zu erreichen.

Die in Tabelle 4 und Tabelle 5 dargestellten Abflussanteile der Sekundärauen und Nebengewässer sind der Anlage A1 Erläuterungsbericht, Kapitel 5.4.7.4 entnommen.

Tabelle 4: Abflussanteil der Sekundärauen sowie der Nebengewässer bei Hochwasser (HQ1 = 370 m<sup>3</sup>/s)

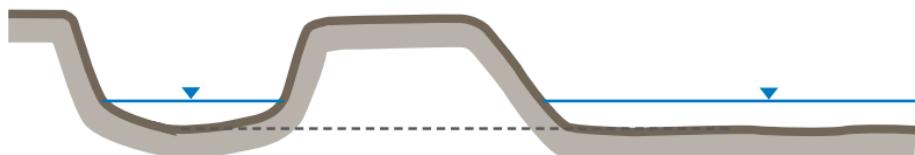
Ab-schnitt	Lech		Nebengewässer		Sekundäraue		Nebengewässer + Sekundäraue	
	Abfluss [m <sup>3</sup> /s]	Anteil						
A1	330,5	89,3%	13,3	3,6%	26,1	7,1%	39,4	10,7%
A2	327,6	88,5%	29,8	8,1%	12,9	3,5%	42,7	11,5%
A3	341,6	92,3%	25,9	7,0%	2,9	0,8%	28,7	7,8%
A4	315,7	85,3%	28,6	7,7%	25,5	6,9%	54,0	14,6%
A6, li	339,3	91,7%	-	-	9,2	2,5%	30,7	8,3%
A6, re			-	-	21,5	5,8%		

Tabelle 5: Abflussanteil der Sekundärauen sowie der Nebengewässer bei Mittelwasserabfluss ( $MQ = 81 \text{ m}^3/\text{s}$ )

<b>Ab-schnitt</b>	<b>Lech</b>	<b>Nebengewässer</b>		<b>Sekundäraue</b>		<b>Nebengewässer + Sekundäraue</b>		
	Abfluss [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]	Anteil	Abfluss [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]	Anteil	Abfluss [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]	Anteil	Abfluss [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]	Anteil
A1	76,0	93,8%	5,0	6,2%	0,0	0,0%	5,0	6,2%
A2	69,5	85,7%	11,5	14,3%	0,0	0,0%	11,5	14,3%
A3	76,2	94,1%	4,8	5,9%	0,0	0,0%	4,8	5,9%
A4	74,1	91,5%	6,9	8,5%	0,0	0,0%	6,9	8,5%
A6, li		-	-	-	0,0	0,0%	0,0	0,0%
A6, re		-	-	-	0,0	0,0%		

Die Nebengewässer werden im Initialzustand mit einer Breite von 10 m auf Höhe der Wasseranschlagslinie bei Mittelwasserabfluss hergestellt. Die Herstellung erfolgt durch einen übertiefen Aushub (Neigung ca. 1:2 bis 2:3 unterhalb Mittelwasserlinie) um einen Puffer für mögliche Verlandungsprozesse durch dynamische Prozesse zu schaffen. Das Vorland zu den Nebengewässer hin wird ebenfalls beidseits leicht abfallend ausgebildet, sodass beim Rückzug des Hochwassers eine gewisse Abflusskonzentration im Bereich der Nebengerinne erfolgt. Die nachfolgende Abbildung zeigt einen schematischen Querschnitt der Nebengewässer im Herstellungszustand mit Darstellung der Wasserspiegel bei MQ und HQ1 im Lech.

Ideale Tiefe eines Nebengewässers:



Bei leicht erodierbarem Material soll das Gerinne mit Übertiefe hergestellt werden, um ein vorzeigiges Verlanden zu verhindern:

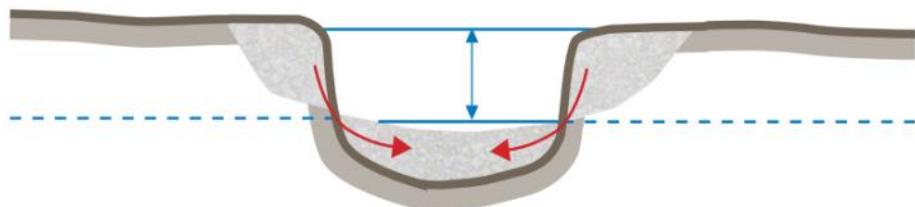


Abbildung 7: Schematische Darstellung der Herstellung von Nebengewässern mit einem übertiefen Aushub [21]

Nachfolgendes Profil zeigt einen Schnitt durch einen Nebenarm am Lech im Initialzustand:

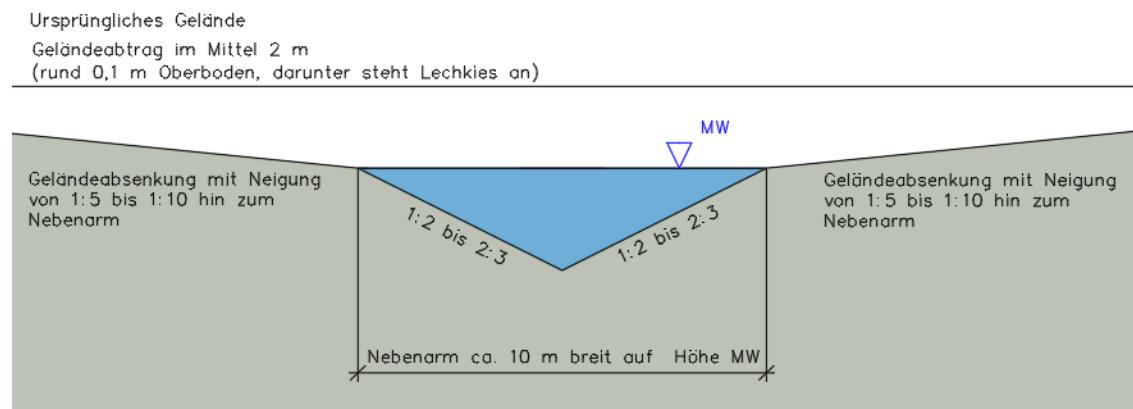


Abbildung 8: Schematischer Querschnitt Nebengewässer Lech im Initialzustand  
(Grafik: Revital)

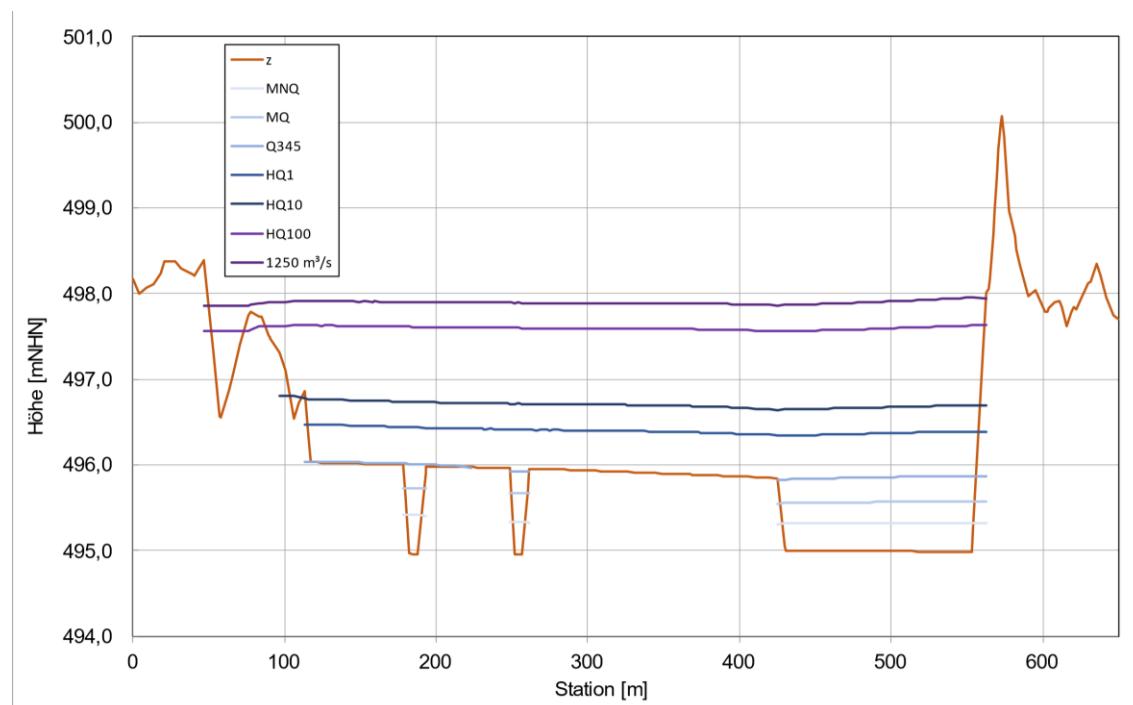


Abbildung 9: schematisches Querprofil Fkm 52,0 im Endzustand, GW bei  
Mittelwasser im Endzustand im Bereich der Nebengewässer auf ca.  
495,65 mNHN

## 5.4 Bautypen zur Strukturierung der Nebengerinne

Die Strukturierungsmaßnahmen dienen in erster Linie dazu, bereits mit der Herstellung der neuen Gewässer fischökologisch relevante Strukturen zu schaffen bzw. zu initiieren. Wesentliches Ziel ist zusätzlich zur mittelfristig eigendynamischen Gestaltung der Gewässer die Schaffung von Schlüsselhabitaten für die Zielfischarten. Mit Strukturierungsmaßnahmen werden folgende Unterziele verfolgt:

- Förderung eines heterogenen Strömungsbilds (Fließgeschwindigkeiten/Fließtiefen)
- Differenzierung Sohlsubstrate (Choriotope)
- Förderung der Bildung von Kolken und Hohlräume als Fischeinstände
- Schaffung von Schotterbänke als Laichhabitatem (Kieslaicher)
- Förderung der Beschattung (lokal)

Nachfolgend werden die verwendeten Bautypen für die Strukturierung der Nebengerinne und des Lechs (Kurzbeschreibung der Maßnahme und ihrer Wirkungsweise, verwendetes Material, Beispielbilder und Skizzen) beschrieben. Für jede Maßnahmenstrecke gibt es weiters eine Auflistung der einzubauenden Strukturen (Richtwert, Umsetzung in Begleitung einer ökologischen Bauaufsicht angepasst an die lokal vorherrschenden Bedingungen).

Grundsätzlich müssen die Strukturen ausreichend in der Sohle und am Ufer verankert werden (ausreichende Einbindung der Wasserbausteine in der Sohle, Überschüttung mit Aushub, Einkeilen mittels Holzpfählen). Sie sollen auch höheren Abflüssen des Lech (Schneeschmelze, Hochwasserereignisse) längerfristig Stand halten und ihre Wirkung zur Förderung eigendynamischer flussmorphologischer Prozess und zur Schaffung von Einständen und Lebensräumen für die aquatische Fauna entfalten. Hinsichtlich ihrer hydraulischen Wirksamkeit soll es jedoch zu keiner Verschlechterung der Hochwassersituation kommen.

Die verwendeten Bautypen dienen der Bereitstellung der unterschiedlichen Habitateigenschaften für die Zielarten. Hervorzuheben ist, dass die eingebauten Strukturen nicht der Sicherung der neu angelegten Gewässer dienen und damit einer dynamischen Entwicklung entgegenstehen sollen.

Eine genaue Prognose der Entwicklung der Nebengewässer ist seriös nicht möglich. Es kann daher durchaus der Fall sein, dass einzelne Gewässerabschnitte verlanden oder ihren Lauf so verändern, dass die eingebauten Strukturen ihren ursprünglichen Zweck nicht mehr erfüllen werden. Nichtsdestotrotz kommen die Strukturierungsmaßnahmen auch anderen Artengruppen zugute und verbessern damit auch die Habitatsituation für semiterrestrische und terrestrische Arten. So werden

z.B. Wurzelstöcke oder Steinhaufen auch von Reptilienarten wie Zauneidechse oder Schlingnatter genutzt. Im Bereich der eingebauten Strukturen werden sich nach Hochwasserereignissen auch Anlandungen und Kolke ausbilden, letztere können als temporäre Gewässer auch Reproduktionsstätten für Amphibien und andere Artengruppen darstellen.

### **Verwendetes Material**

Folgende Materialien werden für die Strukturierungsmaßnahmen eingesetzt:

**Wasserbausteine:** Soweit vorhanden, können Wasserbausteine, die durch die Errichtung der Aufweitungsmaßnahmen am Lech anfallen, verwendet werden.

Je nach ihrer Größe können die Wasserbausteine für verschiedene Strukturen verwendet werden.

**Raubäume:** Die Raubäume sind Gehölze (vor Ort anfallende Augehölze) mit einer Länge von 5-10 m die überwiegend mit Wurzelstock ins Gerinne eingebracht werden. Es werden dabei möglichst keine Äste entfernt, da diese wertvolle Strukturgeber darstellen.

Auch größere Äste (Länge mehrere Meter) können in die Strukturen eingebaut werden.

Die Raubäume werden direkt vor Ort gewonnen.

**Einzelstämme:** Die Einzelstämme haben einen Durchmesser von 20-50 cm und eine Länge von 4-6 m und werden direkt vor Ort gewonnen.

**Wurzelstöcke:** Möglichst strukturreiche Wurzelstöcke mit unterschiedlicher Größe werden vor Ort gewonnen. Die Wurzelstöcke können entweder frisch sein, sodass sie wieder austreiben oder auch ohne Austreiben (nach Zwischenlagerung) als Strukturierungselement verwendet werden. Schon bei der Schlägerung wird darauf geachtet, dass die Wurzelstöcke zumindest 1 bis 2 m lange Stämme behalten, damit sie entsprechend befestigt werden können bzw. mit der Stammseite in Böschungen reichen können und der strukturierende Wurzelballen ins Wasser reicht.

Je nach Art der Anordnung wirken die Wurzelstöcke strukturierend oder stabilisierend an der Wasseranschlaglinie bzw. in der Uferzone.

**Geschiebe:** Geschiebe wird zum Hinterfüllen bzw. Überschütten der Strukturen oder als Geschiebezugabe in der Sohle (Schotterinseln, Schotterbänke) aus den Uferbereichen bzw.

Aufweitungsbereichen/Geländeabsenkungen des Lech gewonnen. Dabei wird darauf geachtet, dass nur jene Lücken- bzw. Hohlräume verschüttet werden, die sich nicht ohnedies dauerhaft freihalten können bzw. nur so viel hinterfüllt wird, wie es für die Stabilität der Struktur notwendig ist.

Lokal ist die begrenzte Zugabe von Grobschotter (Siebung des Lechschotters) vorgesehen, um speziell für die Koppe ein entsprechendes Lückensystem zu schaffen.

- Holzpfähle:**
- Die einzelnen Elemente müssen ausreichend eingebunden werden. Dafür können Holzpfähle verwendet werden. Auch das Überschütten mit Aushubmaterial und das Einkeilen zwischen Wasserbausteinen ist möglich.
  - Die Holzpfähle haben eine Länge von 3-5 m (Kürzen der Piloten erforderlichenfalls vor Ort) und einen Durchmesser von rund 20 cm (Variation zwischen 15 und 25 cm). Die Einbindung in die Sohle beträgt im Mittel 2 m.
  - Die Holzpfähle bestehen vorwiegend aus widerstandsfähigen Gehölzen wie z.B. Tanne oder Lärche.
  - Je nach Zustand der Gerinnesohle kann es notwendig sein, dass die Holzpfähle zur Erleichterung der Einbringung mit einem Eisenschuh aus Flachstahl versehen werden müssen.

Im Bereich der Vorlandabsenkung und Entwicklung von Sekundärauwältern werden die Nebenarme strukturiert (für die Totarme in den Sekundärauwältern gelten dabei die Beschreibungen in Kapitel 5.5). Grundsätzlich soll damit die eigendynamische Entwicklung von naturnahen Gewässerabschnitten gefördert und ein Strukturreichtum initiiert werden. Die Ufer der Nebengerinne müssen in ihrer Ausformung nicht dauerhaft erhalten bleiben, vielmehr sollen die einzubauenden Strukturierungselemente flussdynamische Prozesse anregen und die Entwicklung diverser, naturnahe Gerinne- und Uferzonen fördern.

Die nachfolgenden Beschreibungen und schematische Darstellung der Bautypen stellen einen Richtwert dar. Entsprechend des vorliegenden Materials und der Bedingungen vor Ort, sollen die Strukturierungselemente auch miteinander kombiniert werden. Die Strukturierungsmaßnahmen werden in Abstimmung mit der ökologischen Bauaufsicht vor Ort passend platziert und eingebaut.

Überwiegend wird vor Ort anfallendes Material (Baumstämme, Äste, Raubäume, Wurzelstücke, Grobkies, Wasserbausteine) verwendet, zusätzlich benötigtes Material wird antransportiert. Grundsätzlich wird der Ansatz gewählt, auf 100 m Lauflänge der

neu geschaffenen Gerinne 4-5 Strukturierungselemente einzubauen. Die Anteile der einzelnen Bautypen an der Strukturierung werden folgendermaßen gewählt:

- **Bautyp A:** Buhnen aus Wasserbausteinen und Holzpfählen mit einem Anteil von ca. 10% an den gesamten Strukturen
- **Bautyp B:** Buhnen aus Raubäumen mit Holzpfählen mit einem Anteil von ca. 20% an den gesamten Strukturen
- **Bautyp C:** Holzpfähle und Wasserbausteine am Ufer mit einem Anteil von ca. 10% an den gesamten Strukturen
- **Bautyp D:** Raubäume am Ufer mit einem Anteil von ca. 30% an den gesamten Strukturen
- **Bautyp E:** Strömungsteiler aus Raubäumen mit Holzpfählen fixiert mit einem Anteil von ca. 30% an den gesamten Strukturen
- **Bautyp F:** Einzelstrukturen in der Sohle und am Ufer (Pilotengruppen, Wurzelstöcke, Einzelsteine), je nach Materialverfügbarkeit und Situation vor Ort

Es werden mit dem vorhandene Sohlsubstrat (Lechschotter, schwerpunktmäßig Korngrößen zwischen 1,6 bis 6 cm) gezielt Laichplätze für den Huchen und die Äsche in geeigneten Strömungs- und Tiefenverhältnissen für die jeweiligen Fischarten (siehe Kapitel 2) geschüttet.

## Bautyp A: Buhnen aus Wasserbausteinen und Holzpfählen

### Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsweise

Die Buhnen werden aus Wasserbausteinen unterschiedlicher Größe (Riegel in der Mitte) aufgebaut und mittels Holzpfählen gesichert (Einkeilen der Wasserbausteine). Auf eine ausreichende Einbindung des Bauwerkes in der Sohle und im Ufer ist zu achten. Zur Gerinnemitte hin sinkt der Buhnenkopf etwas ab, reicht aber immer noch deutlich über Mittelwasser um eine entsprechende Kolkbildung rund um den Buhnenkopf sicherzustellen. Die Buhnen wirken strömungslenkend und konzentrieren den Abfluss bei Niedrigwasser auf die Tiefenrinne.

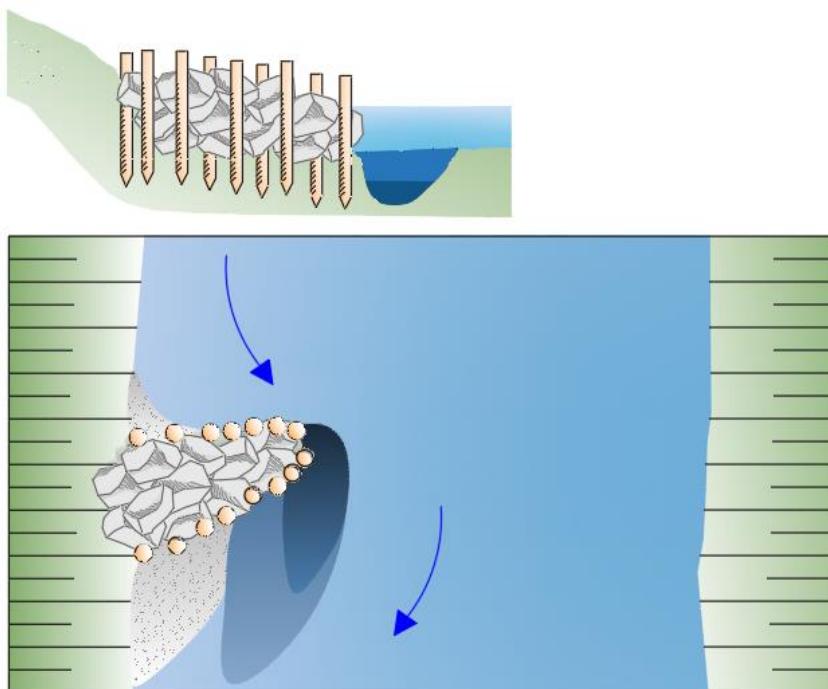
Mit einer Länge von 3-5 m können die Buhnen quer zur Fließrichtung bzw. leicht deklinant/inklinant, je nach gewünschter Anströmung des Ufers situiert werden. Inklinante Buhnen bewirken eine Tiefstelle (Kolk) im Bereich des Buhnenkopfes, bei deklinanten Buhnen entsteht die Tiefstelle hinter dem Buhnenkörper eher Richtung Ufer. In den lokal entstehenden Kolken gibt es Einstandsbereiche für Fische, hinter den Buhnen entstehen Kehrwasserbereiche mit beruhigter Strömung, Feinsedimente lagern sich ab.

Durch die zusätzliche Stabilisierung der Buhnen mit Holzpfählen müssen die Wasserbausteine nicht so eng ineinander verkeilt werden. Die Bauweise ermöglicht das Belassen von Lücken zwischen den Wasserbausteinen, die wertvolle Einstände für Fische darstellen. Die stabilisierenden Holzpfähle ragen etwas höher heraus und wirken somit auch als Totholzfänger.

Für die Funktion als Fischeinstand sind dauerhaft verfügbare Lückenräume entscheidend. Erfahrungen der verscheidenden Bautypen sollen im weiteren Ausbau einfließen.

Werden die Buhnen rein aus Wasserbausteinen aufgebaut, ist auf den entsprechenden kraftschlüssigen Aufbau, und die entsprechende Einbindung in die Sohle sowie den Anschluss an die Ufersicherung zu achten, damit die Strukturen auch höheren Abflüssen Stand halten.

### Schematische Skizze (Schnitt/Draufsicht)



- Richtwerte zum Materialbedarf pro Struktur**
- Länge der Struktur rund 3 bis 5 m
  - 8-15 Holzpfähle
  - 3-5 m<sup>3</sup> Wasserbausteine
  - Einkeilen der Wasserbausteine zwischen den Holzpfählen

Abbildung 10: Schematische Skizze einer Buhne aus Wasserbausteinen mit Holzpfählen gesichert (Grafik: Revital)

### Beispielbilder



Abbildung 11: Kurzbuhne aus Wasserbausteinen, Drau in Kärnten (Foto: Revital)

## Bautyp B: Buhne aus Raubäumen mit Holzpfählen

### Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsweise

Die Buhnen werden aus mindestens 3 übereinander gelegten Raubäumen aufgebaut und mittels Wasserbausteinen und Holzpfählen gesichert (Einkeilen der Stämme). Auf eine ausreichende Einbindung des Bauwerkes in der Sohle und im Ufer wird geachtet. Hin zur Gerinnemitte sinkt der Buhnenkopf etwas unter Mittelwasser ab, die Buhne wird bei höher werdenden Abflüssen sukzessiver immer mehr überströmt. Am Ufer können Wasserbausteine zur Verankerung verwendet werden, hin zur Gerinnemitte wird mit Holzpfählen gearbeitet. Die Buhnen wirken strömungslenkend und konzentrieren den Abfluss bei Niedrigwasser auf die Tiefenrinne.

Mit einer Länge von 3-5 m können die Buhnen quer zur Fließrichtung bzw. leicht deklinant/inklinant, je nach gewünschter Anströmung des Ufers situiert werden. Inklinante Buhnen bewirken eine Tiefstelle (Kolk) im Bereich des Buhnenkopfes, bei deklinanten Buhnen entsteht die Tiefstelle hinter dem Buhnenkörper eher Richtung Ufer. In den lokal entstehenden Kolken gibt es Einstandsbereiche für Fische, hinter den Buhnen entstehen Kehrwasserbereiche mit beruhigter Strömung, Feinsedimente lagern sich ab.

Es werden Raubäume mit oder ohne Wurzeln bzw. Äste verwendet, die als Fischeinstände fungieren. Je nach Situierung der Wurzeln/Äste entstehen mehr Einstände am Ufer oder hin zur Gerinnemitte. Zwischen den Ästen und Stämmen der Raubäume bieten sich Einstände, an den Wurzeln, Ästen und Holzpfählen bleibt weiteres Treibholz und Genist hängen.

Schematische Skizze (Schnitt/Draufsicht)

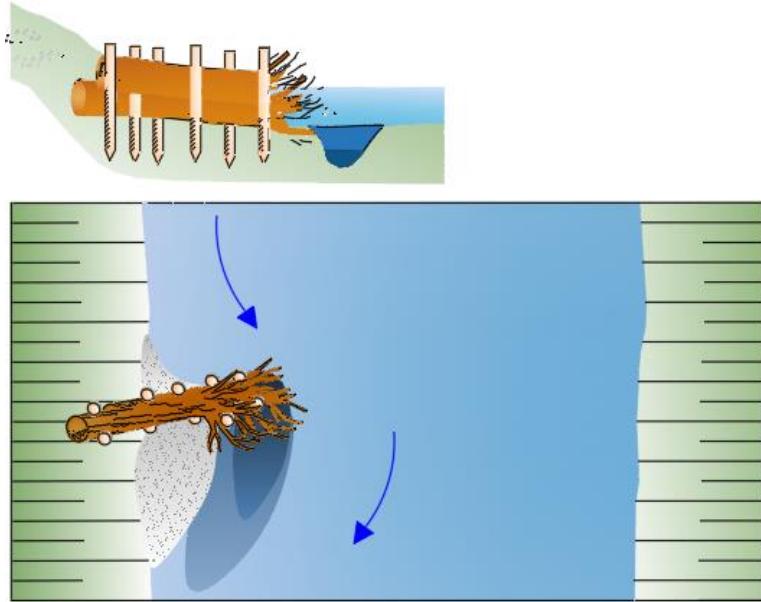


Abbildung 12: Schematische Skizze einer Raubaumbuhne mit Holzpfählen gesichert (Grafik: Revital)

Richtwerte zum Materialbedarf pro Struktur

- Länge der Struktur rund 3 bis 5 m
- Mindestens 3 Raubäume (mit bzw. ohne Ästen/Wurzeln)
- 8-15 Holzpfähle
- 1-3 m<sup>3</sup> Wasserbausteine
- Einkeilen der Raubäume zwischen den Holzpfählen und eventuell Wasserbausteinen am Ufer

**Beispielbilder**



Abbildung 13: Raubaumbuhne mit Totholzrechen, Salzach (Foto: Revital)



Abbildung 14: Raubaumbuhne in der Traisen/NÖ (Quelle: Flussbau und Ökologie, 2014)

## Bautyp C: Uferstrukturen aus Holzpfählen und Wasserbausteinen/Wurzelstöcken

### Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsweise

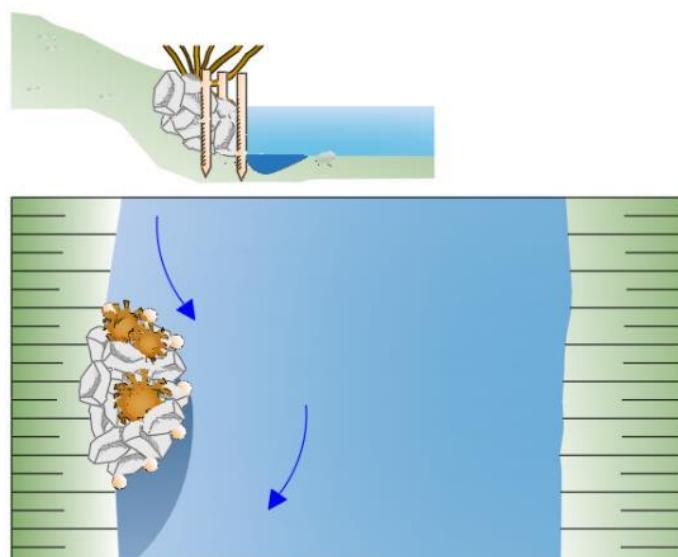
Dem Ufer unmittelbar vorgelagert werden Strukturen aus mit Holzpfählen verkeilten Wasserbausteinen angeordnet. Die Strukturen wirken einengend bei Niedrigwasser, bei höheren Wasserständen werden sie überströmt und stellen kein Hindernis im Hochwasserfall dar.

Die Strukturen haben eine Fläche von 5 bis 10 m<sup>2</sup> und können entweder langgezogen parallel zum Ufer oder auch konzentrierter eingebaut werden (größere hydraulische Wirksamkeit bei Niederwasser).

Die Wasserbausteine sind dabei nicht zu eng geschlichtet und werden von den Holzpfählen stabilisiert. Je nach Materialverfügbarkeit können zusätzlich Wurzelstöcke und Raubäume eingebracht und zwischen den Wasserbausteinen verkeilt werden. Zwischen den Wasserbausteinen und Holzelementen ergeben sich Lücken, die als Einstandsmöglichkeiten bereitstehen.

Mit der Zeit bleibt Totholz an der Struktur hängen und feinere Kornfraktionen lagern sich in strömungsberuhigten Bereichen lokal ab, einzelne Wurzeln/Äste können lokale Auskolkungen verursachen, die Habitatverteilung verändert sich dynamisch. Werden Wurzelstöcke mit eingebracht, so können diese im Falle wieder ausschlagen und die Struktur zusätzlich stabilisieren und für eine Beschattung des Gewässers sorgen.

### Schematische Skizze (Schnitt/Draufsicht)



### Richtwerte zum Materialbedarf pro Struktur

- Fläche der Struktur rund 5 – 10 m<sup>2</sup>
- 10 – 20 Holzpfähle
- 5 – 10 m<sup>3</sup> Wasserbausteine
- 3-5 Wurzelstöcke oder Raubäume
- Einkeilen der Raubäume/ Wurzelstöcke zwischen den Holzpfählen u. Wasserbausteinen

Abbildung 15: Schematische Skizze von Wasserbausteinen/Wurzelstöcken dem Ufer vorgelagert (Grafik: Revital)

**Beispielbilder**



Abbildung 16: Holzpfähle in Kombination mit Wasserbausteinen und Wurzelstöcken am Ufer, Nebenarm Möll (Foto: Revital)

## Bautyp D: Raubäume am Ufer

### Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsweise

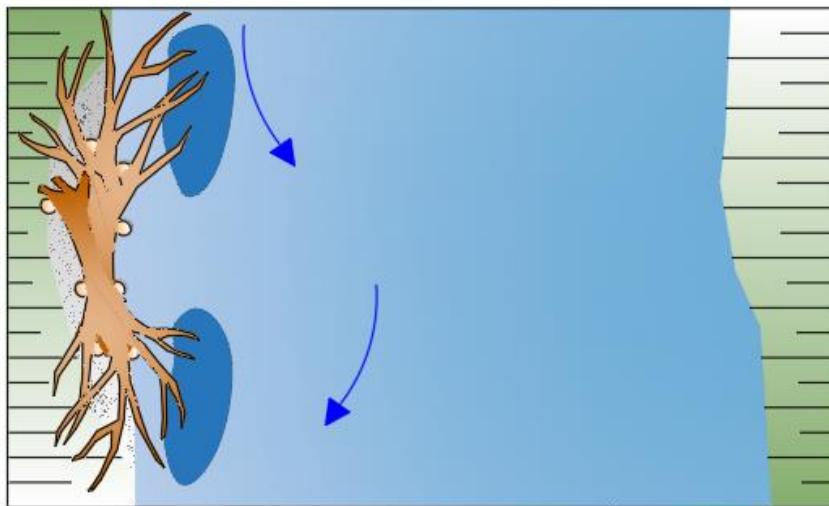
Parallel zum Ufer werden Raubäume als Strukturgeber angeordnet. Auf eine ausreichende Verankerung der Raubäume mit Holzpfählen ist zu achten. Es können auch vorhandene Wasserbausteine zur zusätzlichen Stabilisierung eingebracht werden. Teile der Raubäume können auch mit Geschiebe überschüttet werden. Die Raubaumstrukturen sollen auch größeren Abflüssen Stand halten und nicht abgetrieben werden.

Je nach gewünschter Größe der Struktur und vorhandenem Material können mehrere Raubäume ineinander verkeilt bzw. übereinander liegend eingebracht werden (mindestens 3 Raubäume). Grundsätzlich sind wenige große Raubaumstrukturen gegenüber vielen kleineren Einzelstrukturen vorzuziehen.

Durch die Anordnung parallel zum Ufer wirken die Raubäume weniger strömungslenkend als die Buhnen aus Wasserbausteinen/ Holzpfählen und Raubaumbuhnen. Zwischen den Ästen bilden sich wasserdurchströmte, beruhigte Bereiche als Fischeinstände. Lokale Tiefstellen/Kolke können durch umströmte Wurzeln/Äste entstehen.

Die Raubäume können auch so angeordnet werden, dass die Kronen zueinander liegen und etwas in den Gerinnequerschnitt ragen. Die Raubäume stabilisieren sich gegenseitig, die ineinander stehenden Äste bieten Einstandsmöglichkeiten.

Schematische Skizze (Schnitt/Draufsicht)



Richtwerte zum  
Materialbedarf  
pro Struktur

- Mindestens 3 Raubäume, Struktur rund 8 – 10 m lang
- 10 – 20 Holzpfählen
- 1-2 m<sup>3</sup> Wasserbau-steine
- Einkeilen der Raubäume zwischen den Holzpfählen und Wasserbau-steine, teilweise überschütten mit Aushub

Abbildung 17: Schematische Skizze von Raubäumen parallel zum Ufer (Grafik: Revital)

**Beispielbilder**



Abbildung 18: Raubaum am Ufer bzw. Raubaumkronen ineinander verkeilt  
(Foto/Grafik: R.-J. Gebler, Entwicklung naturnaher Bäche und Flüsse)



Abbildung 19: Raubaum am Ufer der Drau (Foto: Revital)



Abbildung 20: Raubaum und Wurzelstücke am Ufer der Drau, HWS Sillian (Foto: Revital)

## Bautyp E: Strömungsteiler aus Raubäumen, mit Holzpfählen fixiert

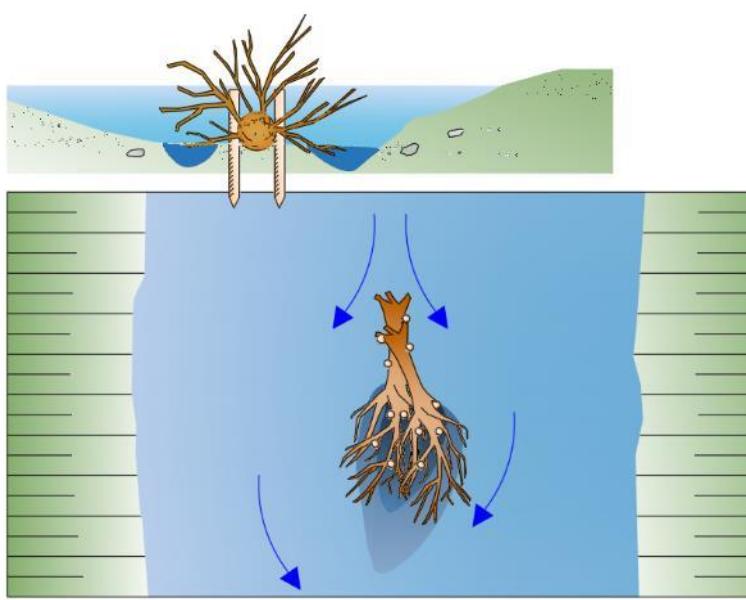
### Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsweise

Um die monotone Strömungsverteilung etwas aufzubrechen, werden Strömungsteiler bzw. Inseln bestehend aus Raubäumen und Holzpfählen mit einigen Metern Abstand und ohne Anbindung zum Ufer eingebaut. Auf eine ausreichende Verankerung der Raubäume mit Holzpfählen ist zu achten. Es können auch vorhandene Wasserbausteine zur zusätzlichen Stabilisierung und als Einstände für die Koppe eingebracht werden. Teile der Raubäume können auch mit Geschiebe überschüttet werden. Die Raubaumstrukturen sollen auch größeren Abflüssen Stand halten und nicht abgetrieben werden.

Je nach Platzverfügbarkeit und hydraulisch gewünschter Wirkung können die Raubäume unterschiedlich situiert werden. Parallel angeordnet wirken sie als langgezogene Struktur. Es können auch 3-6 Raubäume in Dreiecksform oder überkreuzt angeordnet werden. Die Struktur wird breiter und lenkt die Strömung mehr ab.

Durch die ineinander stehenden Äste entstehen wertvolle Einstandsbereiche, um die verankerte Struktur entsteht eine Tiefenrinne mit variabler Sortierung des Sohlmaterials, die als Laichhabitare für Kieslaicher genutzt werden können. Werden diese Strukturen mit wenig Abstand zum Ufer angeordnet, können schnell durchströmte Hinterrinnen mit größerer Tiefe initiiert werden.

### Schematische Skizze (Schnitt/Draufsicht)



### Richtwerte zum Materialbedarf pro Struktur

- 3-6 Raubäume, Struktur rund 8 – 10 m lang
- 10 – 20 Holzpfähle
- 1-3 m<sup>3</sup> Wasserbausteine
- Einkeilen der Raubäume zwischen den Holzpfählen und Wasserbausteinen, teilweise überschütten mit Aushub

Abbildung 21: Schematische Skizze von Raubäumen als Strömungsteiler (Grafik: Revital)

### Beispielbilder

Nachfolgende Abbildungen zeigen eine Raubaumstruktur im Bauzustand und nach erfolgter Umsetzung.



Abbildung 22: Raubaumstruktur im Bauzustand (Bilder oben) und nach erfolgter Umsetzung (Fotos: ezb TB Zauner)



Abbildung 23: Raubäume mit Holzpfählen fixiert Strömungsteiler und Strukturgeber in Gerinnemitte (Foto: ezb TB Zauner)



Abbildung 24: Parallel verlegte Raubbäume als Strukturgeber in Gerinnemitte (Foto: ezb TB Zauner)

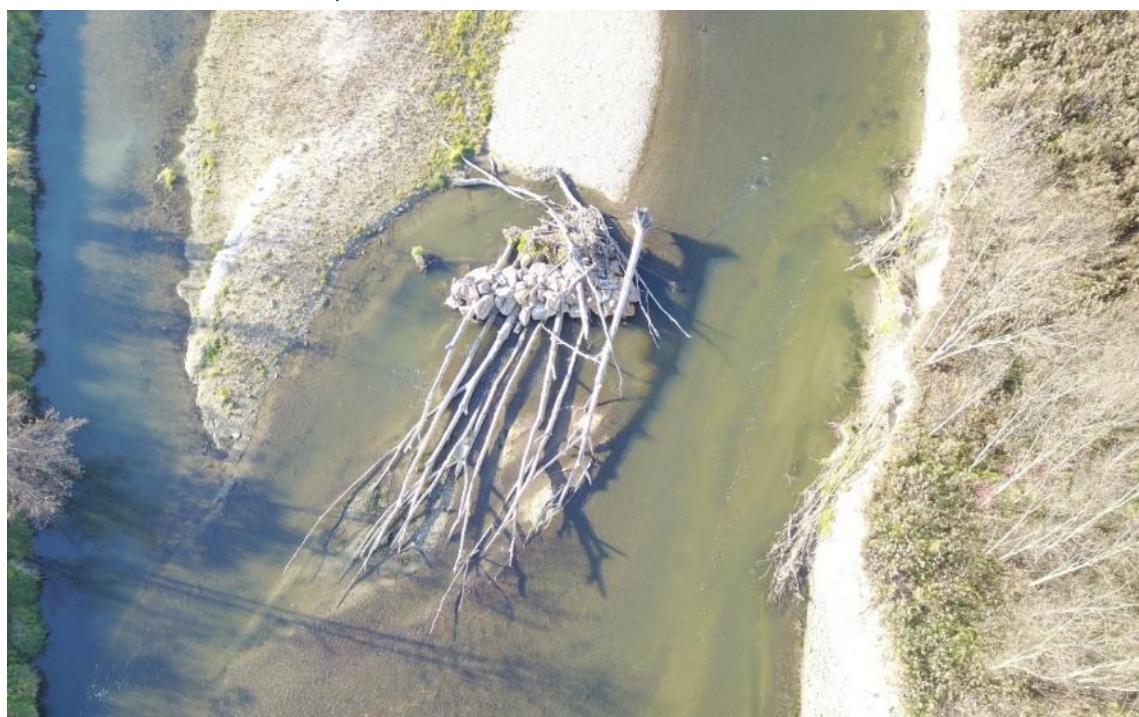


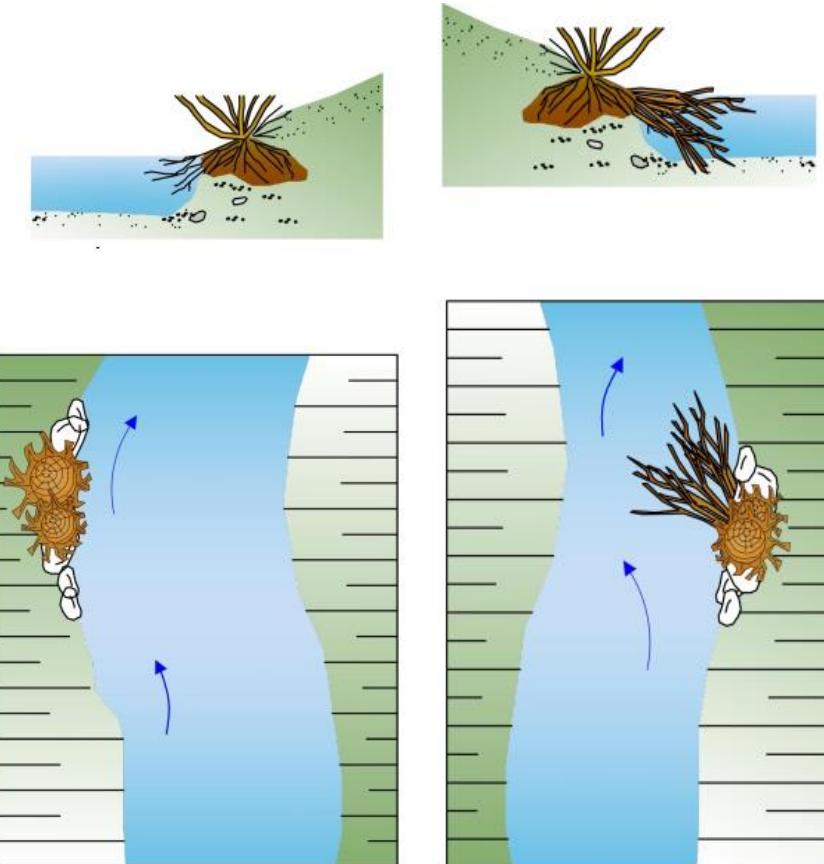
Abbildung 25: Parallel verlegte Raubbäume mit Wasserbausteinen in Gerinnemitte fixiert inkl. angetriebenem Totholz (Foto: ezb TB Zauner)

## Bautyp F: Einzelstrukturen in der Sohle und am Ufer (Pilotengruppen, Wurzelstöcke, Einzelsteine)

### Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsweise

Aufgrund der großflächigen Geländeabsenkungen im Vorland (Sekundärauwaldflächen) fallen viele Wurzelstöcke und Raubäume/Äste an. Zur zusätzlichen Strukturierung können einzelne kleine Strukturen sowohl am Ufer als auch in der Sohle eingebracht werden. Dies sind z.B. Holzpfahlgruppen, Wurzelstöcke, Einzelsteine, Äste/Raubäume, die als Fischeinstände fungieren werden. Die Lage der Strukturen wird mit der ökologischen Bauaufsicht vor Ort festgelegt.

### Schematische Skizzen (Schnitt/Draufsicht)



### Richtwerte zum Materialbedarf pro Struktur

- je nach anfallendem Material 1-3 Wurzelstöcke
- 1-3 größere Äste
- 5-10 Holzpfähle pro Pilotengruppe
- Einzelsteine

Abbildung 26: Schematische Skizze von verschiedenen Einzelstrukturen (Grafik: Revital)

**Beispielbilder**



Abbildung 27: Einzelsteine als Strukturgeber (Fotos: Revital)



Abbildung 28: Wurzelstöcke als Strukturgeber (Fotos: Revital)



Abbildung 29: Holzpfähle als Strukturgeber (Fotos: Revital)

## 5.5 Bautypen zur Strukturierung des Gießer Überlauf, der Auslaufgerinne der Grundwasserseen und der Altarme

Außerhalb der Vorlandabsenkungen befinden sich Grundwasserseen, deren Auslaufgerinne strukturiert werden sollen (geringe Dynamik im Abfluss aufgrund Steuerung). Ebenso wird der Verlauf des Gießer Überlaufes angepasst und strukturiert. In den Vorlandabsenkungen befinden sich Gerinneabschnitte, die nicht durchströmt werden, jedoch von unterstrom an die Nebenarme angebunden sind. Diese Gerinne werden zwar neu geschaffen, sollen aber die Funktion von Altarmen übernehmen.

Aufgrund ihrer gesteuerten Dotation bzw. nur einseitigen Anbindung an Nebenarme des Lech erfahren die beschriebenen Gerinne eine geringere Dynamik im Abfluss, flussdynamische Prozesse sind hier untergeordnet. In ihrer Lage sollen sich die Gerinne nicht verändern, die Gerinnebreite von Böschungsoberkante zu Böschungsoberkante soll beibehalten werden. Vielmehr soll das Wasser im Gerinnoprofil pendeln, wodurch sich Steilufer- und Flachuferbereiche abwechseln. Es soll ein Strukturreichtum geschaffen werden und variierende Tiefen- und Breitenverhältnisse initiiert werden. Die Altarme sollen als naturnahe Ruhigwasserbereiche mit diversen Ufer- und Böschungsstrukturen entwickelt werden. Es wird davon ausgegangen, dass das vorhandene Sohlsubstrat (Lechschotter) im Gießer Überlauf, der Auslaufgerinne der Grundwasserseen und der Altarme für die kieslaichenden Fischarten geeignet ist. Die Sohle im Auslaufgerinne Auensee muss jedoch streckenweise künstlich abgedichtet werden und geeignetes Substrat eingebracht werden. In diesem Fall sowie bei fehlendem geeignetem Substrat werden gezielt Laichplätze für den Huchen und die Äsche mit Korngrößen zwischen 1,6 bis 7 cm in geeigneten Strömungs- und Tiefenverhältnissen für die jeweiligen Fischarten geschüttet.

Die nachfolgenden Beschreibungen der Bautypen und die planliche Darstellung stellen einen Richtwert dar. Entsprechend des vorliegenden Materials und der Bedingungen vor Ort können die Strukturierungselemente auch miteinander kombiniert und vom Plan abweichend platziert werden. Die Strukturierungsmaßnahmen werden in Abstimmung mit einer ökologischen Bauaufsicht vor Ort passend platziert und eingebaut. Überwiegend wird vor Ort anfallendes Material (Baumstämme, Äste, Raubäume, Wurzelstöcke, Grobkies, Wasserbausteine) verwendet, zusätzlich benötigtes Material wird antransportiert. Für sämtliche Abschnitte wird festgelegt, dass auf 100 m Lauflänge im Mittel 5-8 Strukturierungselemente eingebaut werden. Die Anteile der einzelnen Bautypen an der Strukturierung werden folgendermaßen gewählt:

- **Bautyp A:** Buhnen aus Wasserbausteinen und Holzpfählen mit einem Anteil von **5%** an den gesamten Strukturen, in der Länge angepasst

- **Bautyp B:** Buhnen aus Raubäumen mit Holzpfählen mit einem Anteil von **5%** an den gesamten Strukturen, in der Länge angepasst
- **Bautyp C:** Holzpfähle und Wasserbausteine am Ufer mit einem Anteil von **10%** an den gesamten Strukturen, in der Größe angepasst
- **Bautyp D:** Raubäume am Ufer mit einem Anteil von **30%** an den gesamten Strukturen, in der Länge angepasst
- **Bautyp G:** Wurzelstockreiche am Ufer mit einem Anteil von **20%** an den gesamten Strukturen
- **Bautyp H:** Fischeinstände am Ufer mit einem Anteil von **10%** an den gesamten Strukturen
- **Bautyp I:** Geschiebezugabe, Schütten von Schotterinseln und Schotterbänken **20%**
- **Bautyp F:** Einzelstrukturen in der Sohle und am Ufer (Pilotengruppen, Wurzelstücke, Einzelsteine), je nach Materialverfügbarkeit und Situation vor Ort

### Bautyp A bis Bautyp D und Bautyp F

Wie in den Nebengerinnen sollen auch im Gießer Überlauf, den Ausleitungsgerinnen der Grundwasserseen und den Altarmen die Strukturierungstypen A bis D und F angeordnet werden:

- **Bautyp A:** Buhnen aus Wasserbausteinen und Holzpfähle
- **Bautyp B:** Buhnen aus Raubäumen und Holzpfähle
- **Bautyp C:** Holzpfähle und Wasserbausteine/Wurzelstücke am Ufer
- **Bautyp D:** Raubäume am Ufer
- **Bautyp F:** Einzelstrukturen in Sohle und Ufer (Pilotengruppen, Wurzelstücke, Einzelsteine)

Grundsätzlich handelt es sich bei den hier erwähnten Gerinnen um etwas schmälere Gewässerabschnitte, der Abfluss schwankt nicht so stark wie in den Nebengerinnen. Hier liegt der Fokus auf einer hohen Strukturvielfalt und auf sehr kleinräumige, lokale Dynamik. Eine eigendynamische Lauf-, Ufer- und Sohlentwicklungen wie in den Nebenarmen gewünscht soll es in diesen Gerinneabschnitten nicht geben, vielmehr sollen die Gerinne im Abflussprofil pendeln und wechselweise Steil- und Flachufer initiiert werden. Die Altarme sollen als naturnahe Ruhigwasserbereiche mit diversen Ufer- und Böschungsstrukturen entwickelt werden.

Die Strukturen sollen hier in Abstimmung mit der ökologischen Bauaufsicht entsprechend kleiner bzw. kürzer ausgeführt werden. Vom Bau- und Wirkungsprinzip gelten jedoch die Beschreibungen in Kapitel 5.4 zu den einzelnen Bautypen.



Abbildung 30: Buhnen als Instream-Strukturgeber, bei entsprechendem Abstand bilden sich Kolk-Furt-Abfolgen im Gerinne, gewässerökologisch wertvolle Strukturen entstehen (Foto: Martin Mühlbauer, ezb)



Abbildung 31: Buhnen als Instream-Strukturgeber, bei entsprechender Anordnung entsteht eine variable Sohlform mit Kolk-Furt-Abfolge (Foto: Martin Mühlbauer, ezb)



Abbildung 32: Strukturierungsmaßnahmen an der Möll in Obervellach: Nebenarm, Altarm mit Tiefstelle und Stillgewässer (Fotos: Revital)

## Bautyp G: Wurzelstockreihe am Ufer

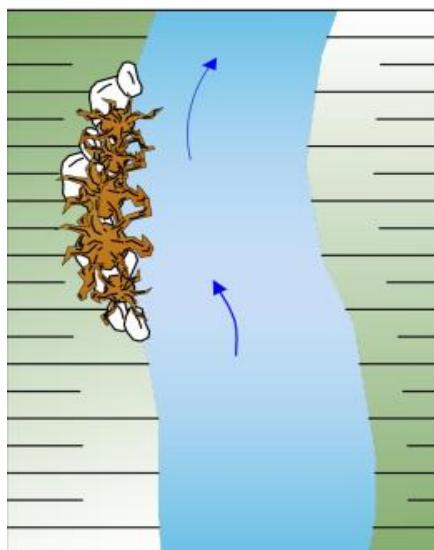
### Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsweise

Parallel zum Ufer werden große Wurzelstöcke eingebaut. Die Wurzelstöcke werden hier mit den Wurzeln nach oben eingebracht. Die Wurzeln ragen ins Gewässer, der Wurzelstock soll in diesem Fall nicht mehr ausschlagen.

Die Wurzelstöcke können kombiniert mit Wasserbausteinen und Holzpfählen eingebracht werden, um die Strukturvielfalt zusätzlich zu erhöhen. Auch hier ist dem Aufschwimmen der Wurzelstöcke durch ausreichende Verankerung in der Sohle vorzubeugen. Idealerweise verfügt der Wurzelstock noch über einen Stamm von 1-2 m, was die Verankerung zusätzlich erleichtert.

Werden einzelne Wurzelstöcke von Augehölzen mit der Wurzel im Böschungsmaterial eingebracht, schlagen diese wieder aus, überhängende Vegetation trägt zusätzlich zur Strukturvielfalt bei.

### Schematische Skizze (Schnitt/Draufsicht)



### Richtwerte zum Materialbedarf pro Struktur

- 3 – 5 Wurzelstöcke
- 10 - 20 Holzpfähle
- einzelne Wasserbausteine
- Einkeilen der Wurzelstöcke zwischen den Holzpfählen und Wasserbausteinen, teilweise überschütten mit Aushub

Abbildung 33: Schematische Skizze von Wurzelstockreihen an der Wasseranschlaglinie (Grafik: Revital)

**Beispielbilder**



Abbildung 34: Wurzelstock als Fischeinstand, kombiniert mit Holzpfählen (Foto: Revital)



Abbildung 35: Ausschlagende Wurzelstücke an der Wasseranschlaglinie eingebracht (Foto: Revital)



Abbildung 36: Ausschlagende Wurzelstücke im Böschungsbereich (Grafik: Revital)

## Bautyp H: Fischeinstände am Ufer

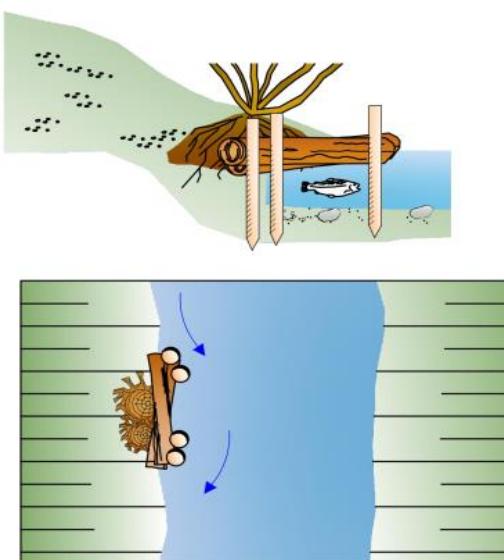
### Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsweise

Es sollen Fischeinstände bestehend aus Holzpfähle und Holzstämmen bzw. Raubäumen errichtet werden. Dabei wird das Ufer an der Wasseranschlaglinie etwas zurückversetzt und mittels Holzpfählen und Baumstämmen gesichert. Das Ufer kann hier steiler bzw. als stabilisiertes Steilufer ausgebildet werden. Die Fischeinstände werden aus 2-4 uferunterströmten Bereichen („Kammern“) gebildet, die etwa auf Höhe vom Mittelwasser wieder mit Holzstämmen überdeckt werden. Danach kann der Uferbereich wieder überschüttet werden oder beispielsweise in Form einer Krainerwand steil ausgeführt werden. Um die Einstandsbereiche zusätzlich zu strukturieren, können Äste in einzelne Kammern eingelegt werden oder auch Wurzelstücke mit eingebaut werden. Die Holzpfähle werden mit Zwischenräumen eingebracht, um auch kleinstrukturierte Einstände zu bilden.

Es können auch einfache Fischeinstände aus einzelnen überhängenden Wurzelstöcken oder Einzelstämmen gebildet werden, die mit Holzpfählen fixiert werden.

Die Fischeinstände sollen ausreichend verankert und nur dort angeordnet werden, wo nicht die Gefahr einer baldigen Verlandung (Ablagerung von Geschiebe im Einstandsbereich) besteht.

### Schematische Skizze (Schnitt/Draufsicht)



### Richtwerte zum Materialbedarf pro Struktur

- Länge der Struktur 5 – 10 m
- 10 – 15 Stämme, Raubäume (bei Krainerwand zusätzliche Stämme)
- 20 - 30 Holzpfähle
- 1-2 m<sup>3</sup> Wasserbausteine
- Geschiebe zum Überschütten

Abbildung 37: Schematische Skizze von Raubäumen als Strömungsteiler (Grafik: Revital)

**Beispielbilder**



Abbildung 38: Fischeinstand aus Raubäumen und Holzpfählen, Schlitterer Gießen  
(Foto: Revital)



Abbildung 39: Fischeinstand aus Raubäumen und Holzpfählen, Schlitterer Gießen  
(Foto: Revital)



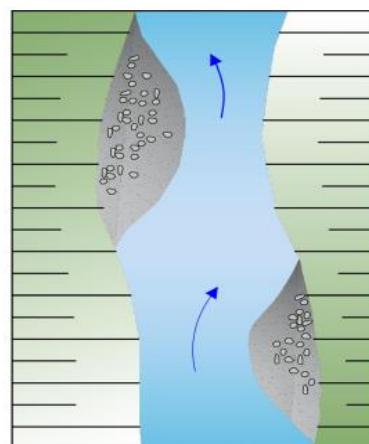
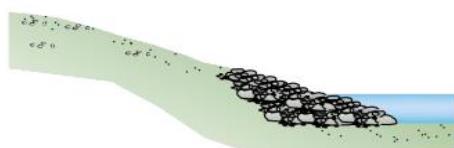
Abbildung 40: Fischeinstand im Bauzustand, Schlitterer Gießen (Foto: Revital)

## Bautyp I: Geschiebezugabe, Schütten von Schotterbänken

### Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsweise

Im Abflussprofil wird gezielt Geschiebe zugegeben. Zum einen geschieht dies, um die Sohle aufzuwerten und geeignete Substrate für die verschiedenen Altersstadien der aquatischen Fauna bereitzustellen. Hier sollen auch gezielt Laichplätze für den Huchen, Äsche und weitere Kieslaicher entstehen. Zum anderen tragen Geschiebeschüttungen zur Variabilität der Wassertiefen und Gewässerbreitenverhältnisse bei. Es können Schotterbänke und Schotterinseln geschüttet werden. Speziell für die Koppe werden lokal Schüttungen mit grobem Schotter vorgenommen. Das Gerinne wird so im Abflussprofil auf eine Seite gedrängt bzw. geteilt. Einzelne Holzpfähle und Wurzelstücke können zur zusätzlichen Strukturaufwertung bzw. lokalen Stabilisierung mit eingebracht werden. Geschiebeschüttungen bieten sich an, wenn der Abfluss wenig schwankt und wenig eigendynamische Prozesse in Bezug auf Geschiebetrieb, Erosion und Anlandung vorherrschen.

### Schematische Skizze (Schnitt/Draufsicht)



### Richtwerte zum Materialbedarf pro Struktur

- 3 – 5 m<sup>3</sup> Geschiebe
- 3 – 5 Holzpfähle
- Einzelne Wurzelstücke

Abbildung 41: Schematische Skizze von Geschiebeschüttungen (Grafik: Revital)

**Beispielbild**



Abbildung 42: Geschiebeschüttungen, um ein Pendeln im Abflussprofil zu initiieren  
(Foto: Revital)

## 5.6 Bautyp Strukturierung der Ufer des Lech und der Einlaufbereiche zu den Nebenarmen

### Bautyp J: Strukturierung Einlaufbereiche (Prallufer) zu den Nebengewässern

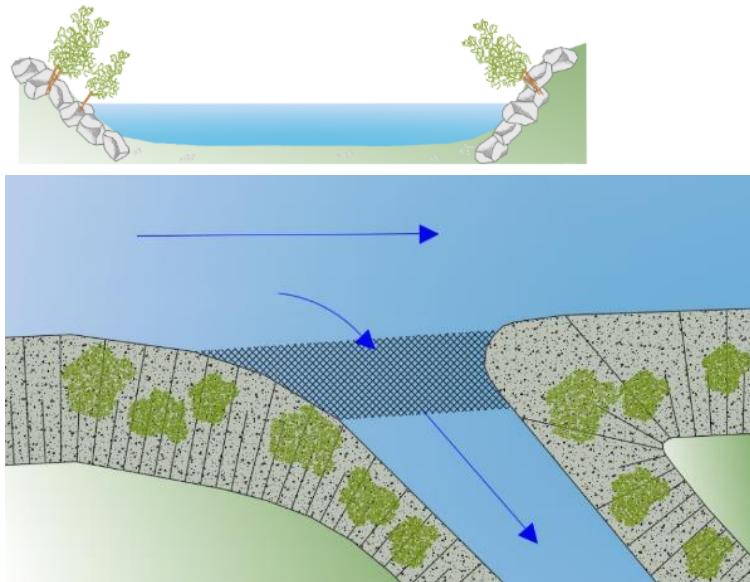
#### Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsweise

Während die Nebenarme selbst nicht gesichert werden, sind die Einlaufbereiche zu den Nebenarmen gesichert. Sowohl im Uferbereich als auch in der Sohle sind Wasserbausteine eingebracht. Dadurch wird das Niveau und die Breite des Einlaufes stabilisiert, was eine gewisse Kontrolle bzw. die Sicherstellung der planlich festgelegten Dotation der Nebengerinne sicherstellt.

Die Wasserbausteine zur Sicherung sollen dabei möglichst rau verlegt werden. Die Uferneigung soll variieren, große Wasserbausteine sollen etwas vorstehend und in die Strömung ragend verlegt werden. In die Lücken zwischen den Wasserbausteinen am Ufer werden Steckhölzer eingebracht, um den Einlaufbereich möglichst naturnah zu gestalten.

Grundsätzlich besteht auch die Möglichkeit im Bereich der Einlaufbereiche Kieszugaben durchzuführen und damit Laichplätze mit hoher Strömungsgeschwindigkeit zu schaffen (Nase). Die Umsetzung dieser Maßnahme wird abhängig vom Ergebnis des Monitorings (siehe unten) gemacht. Sofern sich in den Einlaufbereichen und/oder den Nebengewässern ein Geschiebedefizit ergibt und es die Verlandungssituation in den Einlaufbereichen zulässt können diese Geschiebezugaben umgesetzt werden. Die Erreichbarkeit der Einlaufbereiche zur Gewässerunterhaltung ist gewährleistet.

**Schematische Skizze (Schnitt/Draufsicht)**



**Richtwerte zum  
Materialbedarf pro  
Struktur**

- Steckhölzer zur Begrünung, vor Ort gewonnen
- Einzelne Wurzelstöcke

Abbildung 43: Schematische Skizze Einlaufbereich Nebenarm (Grafik: Revital)

## 5.7 Bautyp zur Strukturierung der Sekundärauenfläche

### Bautyp K: Strömungsteiler/Log Jams

#### Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsweise

Im Bereich der Vorlandabsenkungen (Sekundärauwälder) nimmt die Überflutungshäufigkeit gegenüber dem Ist-Zustand deutlich zu. Die Flächen sind jedes Jahr (HQ1) wenige Tage überflutet. Hier soll sich mit der Zeit eine Sekundärauwaldfläche entwickeln.

Um die Strukturvielfalt in diesen Flächen noch zu erhöhen, werden auf jeder Fläche 3-4 Strömungsteiler mit einem Flächenausmaß von 25 bis 50 m<sup>2</sup> vorgesehen. Die Strömungsteiler werden aus im Baufeld gewonnenen Raubäumen (mit/ohne Wurzel) aufgebaut, ineinander verkeilt und mit Holzpfählen und/oder Flussbausteinen stabilisiert. Es können die Raubäume als in sich verkeilter paralleler Haufen aufgebaut werden, wobei die Wurzeln flussauf zeigen. Eine andere Möglichkeit bietet die dreiecksförmige oder rechteckige Aufschichtung der Raubäume. Auf eine ausreichende Verankerung der Strukturen in der Sohle ist zu achten (tiefe Einbindung der stabilisierenden Holzpfähle). Zum Teil können die Strukturen mit Aushubmaterial hinterfüllt bzw. überschüttet werden, Wasserbausteine können zusätzlich zur Verkeilung der Raubäume verwendet werden.

Im Hochwasserfall bilden die Strömungsteiler ein Hindernis im Abflussraum und werden umströmt (sie sollen nicht aufschwimmen und abgeschwemmt werden). Auskolkungen und Umspülungen der Strukturen sind gewünscht. So entstehen Rinnen und lokale Tiefstellen, die auch noch nach dem Abklingen der Hochwasserwelle temporär wasserführend sind. In jenen Bereichen, in denen eine Anbindung an das Grundwasser erfolgt, ergeben sich auch dauerhaft wasserführende Flächen. Flussab der Strukturen ergeben sich im Hochwasserfall strömungsberuhigte Zonen, es kommt zu lokalen Geschiebeanlandungen und einer Sortierung des Materials. Kleinflächige Heißländer entstehen.

**Schematische Skizze (Schnitt/Draufsicht)**

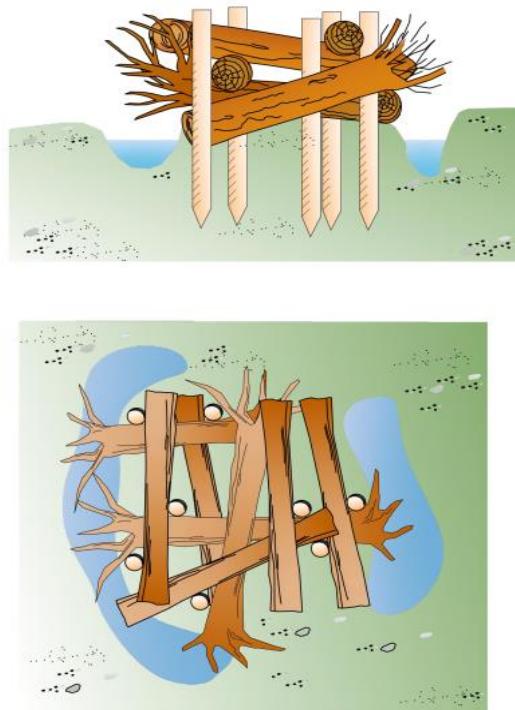


Abbildung 44: Schematische Skizze umspülter Strömungsteiler im Bereich der Vorlandabsenkung (Grafik: Revital)

**Richtwerte zum Materialbedarf pro Struktur**

- Fläche der Struktur 25 – 50 m<sup>2</sup>
- 5-15 Raubäume
- 20 – 30 Holzpfähle bzw. Flussbausteinen
- Einzelne Wasserbausteine
- Geschiebe zum Verfüllen, Überschütten

**Beispielbilder**



Abbildung 45: Strömungsteiler aus Holzpfählen, Wurzelstücke, Raubäumen im Mündungsbereich der Bregenzer Ache (Foto: Revital)



Abbildung 46: Raubaumhaufen im Bereich einer Vorlandabsenkung, im Hochwasserfall umströmt (Foto: Revital)

## 6 Abschätzung Materialbedarf

### Materialgewinnung überwiegend vor Ort

Grundsätzlich soll der überwiegende Teil des Materialbedarfs für die Strukturierungsmaßnahmen vor Ort gewonnen werden. Weiteres erforderliches Material wird antransportiert.

- Raubäume, Wurzelstücke, Äste fallen bei den Rodungsarbeiten an
- Astlose Stämme können vor Ort aus dem anfallenden Holz gewonnen werden. Bei den Pfählen werden zumeist Lärchenpiloten verwendet. Sollte Holz aus dem Baufeld entsprechend geeignet sein, kann auch dieses verwendet und vor Ort zu Pfählen geschnitten werden (Anspitzen).
- Wasserbausteine zum Aufbau der Buhnen und als Einzelstruktur sollen aus der alten Ufersicherung gewonnen werden. Es können hier auch kleinere Wasserbausteine verwendet werden, falls diese zum Einbau in die verdeckte Ufersicherung nicht mehr geeignet sind.
- Geschiebe zum Hinterfüllen und Überschütten der Strukturen soll vor Ort gewonnen werden.

### Richtwert für Strukturdichte

Nachfolgende Werte verstehen sich als Richtwerte für die Strukturierung, die finale Festlegung erfolgt im Zuge der Umsetzung vor Ort. Je nach eigendynamischer Entwicklung – insbesondere in den Nebenarmen – kann die nachfolgend genannte Dichte und Anzahl der Strukturen ggf. reduziert werden (siehe Kapitel 7 Monitoring).

- Grundsätzlich werden im Bereich der Nebenarme 4-5 Strukturen auf 100 m Lauflänge eingebaut.
- Im Bereich des Gießer Überlaufs, der Auslaufgerinne aus den Grundwasserseen und in den Totarmen im Bereich der Vorlandabsenkung werden 8-10 Strukturen auf 100 m Lauflänge eingebracht.
- Die endgültige Festlegung, welche Strukturtypen wo und in welcher Dichte angeordnet werden, erfolgt vor Ort im Rahmen der Baumsetzung. Dabei fließen auch Erfahrungen aus der Errichtung vorangegangener Abschnitte ein.
- Die Strukturierung erfolgt in Abstimmung mit der ökologischen Bauaufsicht vor Ort.

### Richtwert Materialbedarf

Die nachfolgende Tabelle zeigt den ermittelten Materialbedarf für rund **685 Strukturen** (Bautyp A bis K) im gesamten Maßnahmenbereich (Richtwert).

Tabelle 6: Grober Materialbedarf gesamt

Raubäume/Einzelstämme [Stk.]	2.000
Wurzelstücke [Stk.]	650
Holzpfähle [Stk.]	12.200
Steckhölzer [Stk.]	2.100
Wasserbausteine [m³]	1.350
Geschiebebeigabe [m³]	550

## 7 Monitoring

### Monitoring: Beobachten und Handeln

Wie bereits an anderer Stelle ausgeführt, ist eine exakte Prognose wie sich der Lech, die Nebengewässer und die Vorländer entwickeln werden, nicht möglich. Daher fällt dem begleitenden Monitoring eine besondere Bedeutung zu: mögliche Fehlentwicklung können erkannt und korrigiert werden. In diesem Zusammenhang werden auch die (gewässerökologischen) Auswirkungen der Abflussabgabe und die Veränderung des Hochwasserabfluss durch die Staustufe 23 und der gesamte Staustufenkette stromaufwärts zu beurteilen sein. Sollte sich wider Erwarten zu wenig Dynamik einstellen (nach Durchgang von 2 bettbildenden Hochwässern größer HQ1) und die Zielsetzungen des Vorhabens nicht erreicht werden, so ist durch zusätzliche Maßnahmen korrigierend einzutragen. Schlussendlich ist vorgesehen während des langen Umsetzungszeitraums zu „lernen“ und die gewonnenen Erkenntnisse bei späteren Arbeitsschritten zu berücksichtigen.

### Optionale Strukturierung der Gleitufer des Lech zu einem späteren Zeitpunkt

Im Rahmen eines Monitorings wird die Entwicklung der Gleitufer beobachtet. Bleiben diese statisch und in ihrer Ausformung unverändert, sollen als zusätzliche Strukturierungs- und Einstandselement Strömungsteiler angeordnet werden.

Die Strömungsteiler bestehen aus mindestens 10 parallel verlegten, verankerten großen Raubäumen, welche mittels Holzpfählen oder großen Wasserbausteinen in der Sohle verankert werden sollen. Die Strömungsteiler werden bei höheren Wasserständen umströmt, es kommt zu lokalen Auskolkungen, einer Sortierung des anstehenden Materials und der Bereitstellung vielfältiger Fischeinstände. Die hydraulisch zulässige Größe der Strömungsteiler muss nachgewiesen werden. Die Hochwassersituation darf gegenüber dem Bezugszustand nicht verschlechtert werden.



Abbildung 47: Strömungsteiler bestehend aus Raubäume mit Wasserbausteinen kombiniert als Strömungsteiler und Strukturgeber (Foto: Martin Mühlbauer, ezb)

### **Geschiebezugaben in den Einlaufbereichen der Nebengewässer und Sicherstellung der Erreichbarkeit**

Grundsätzlich gibt es beidseits des Lechs durchgehend befahrbare Wege. Die Einlaufbereiche der Nebengewässer werden auch künftig über einen befestigten Weg und Furtstrecken erreichbar sein. Dies gilt auch für den Bereich der Rampen die mittels Wegen erschlossen sind.

Nach Möglichkeit werden – in Abhängigkeit der Ergebnisse des Monitorings – bei Bedarf auch in den Einlaufbereichen der Nebengewässer Geschiebezugaben zur Schaffung von Laichplätzen vorgesehen.

### **8 Bauzeit**

Bei der Umsetzung der Maßnahmen sind die Laichzeiten der FFH- Schutzgüter Huchen (März/April) und Groppe (März bis Mai) ausschlaggebend, in denen keine Baumaßnahmen in der fließenden Welle umgesetzt werden sollen. Unter Berücksichtigung der Ei- und Larvalentwicklung sind daher Eingriffe in die Sohle und Maßnahmen mit relevanten Sedimenteinträgen im Zeitraum 01.03. – 15.06 zu vermeiden.

## 9 Literatur

- [1] Wasserwirtschaftsamt Donauwörth: Licca liber – Umsetzungskonzept, 2016.
- [2a] Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Augsburg: Managementplan FFH-Gebiet 7631-371 »Lechauen zwischen Königsbrunn und Augsburg« Fachgrundlagen, 2018.
- [2b] Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Augsburg: Managementplan FFH-Gebiet 7631-371 »Lechauen zwischen Königsbrunn und Augsburg« Maßnahmen, 2018.
- [2c] Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Augsburg: Managementplan FFH-Gebiet 7631-371 »Lechauen zwischen Königsbrunn und Augsburg« Fachbeitrag Fische, 2018.
- [3] ARGE SKI – IB KuP – UIBK: Licca liber – Weiterführende Untersuchungen. München, 2020.
- [4] Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (2021) Gewässerbewirtschaftung nach Wasserrahmenrichtlinie – Maßnahmenprogramms 2022 – 2027 für den bayerischen Anteil am Flussgebiet Donau Aktualisierung zum 3. Bewirtschaftungszeitraum [https://www.lfu.bayern.de/wasser/wrrl/bwp\\_2227/mnp/index.htm](https://www.lfu.bayern.de/wasser/wrrl/bwp_2227/mnp/index.htm) Besucht am 06.09.2023
- [5] Eberstaller J., Köck J., Haunschmid R., Jagsch A., Ratschan C. & Zauner G. (2015): Leitfaden zur Bewertung erheblich veränderter Gewässer – Biologische Definition des guten ökologischen Potentials. – Hrsg.: BMLFUW, Wien, 44 S.
- [6] Gerstmeier R. & Romig T. (1998): Die Süßwasserfische Europas. Kosmos Naturführer, Stuttgart, pp. 368.
- [7] Guthruf J. (1996): Populationsdynamik und Habitatwahl der Äsche (*Thymallus thymallus* L.) in drei verschiedenen Gewässern des schweizerischen Mittellandes. Dissertation ETH Nr. 11720, Zürich. pp 180.
- [8] Gumpinger C. (2018): Maßnahmenvorschläge zur Erreichung des „guten ökologischen Potentials“ in der Restwasser-Strecke der Unteren Enns. Endbericht im Auftrag der Oberösterreichischen Umweltanwaltschaft, pp. 37.
- [9] Hauer W. (2007): Fische – Krebse – Muscheln in heimischen Seen und Flüssen. Leopold Stocker Verlag Graz – Stuttgart, pp. 231.
- [10] Höfler S., Hofer M. & Gumpinger C. (2011): Festlegung einer gewässerökologisch begründeten Restwassermenge für die Ausleitungsstrecke beim Kraftwerk Breitenbach (Traun, OÖ.). – Im Auftrag der Wels Strom GmbH, Wels, 80 S. + Anhang

- [11] Hollerer G. (1999): Habitateinnischung von Barbe (*Barbus barbus*) und Äsche (*Thymallus thymallus*) an der Pielach. - Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien, 131 S.
- [12] Holzer G. (2000): Habitateinnischung des Huchens an der Pielach. Diplomarbeit am Institut für Wasservorsorge Gewässerökologie und Abfallwirtschaft, Abt. für Hydrobiologie, Fischereiwirtschaft und Aquakultur. Univ. f. Bodenkultur, Wien, 111 S.
- [13] Honsig-Erlenburg W. (2001): Zur Verbreitung und Gefährdungssituation der Äsche (*Thymallus thymallus*) in Kärnten (Österreich). – Verhandlungen der Gesellschaft für Ichthyologie 2: 49-57.
- [14] Honsig-Erlenburg W. (Hrsg.) (2016): Fische - Neunaugen, Flusskrebse, Großmuscheln. – Natur Kärnten, Band 1, dritte überarbeitete Auflage. Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Klagenfurt, pp. 280.
- [15] Honsig-Erlenburg W., Lorber J. & Lorenz E. (2005): Erhebung der FFH Fischarten im Bereich der unteren Lavant, Abt. 15 Umwelt, UA Umweltinformation und Öffentlichkeitsarbeit, Klagenfurt, pp. 91.
- [16] Jungwirth M., Haidvogel O., Moog O., Muhar S. & Schmutz S. (2003): Angewandte Fischökologie an Fließgewässern. Facultas Verlag UTB, Wien, pp 547.
- [17] Knaepkens G., Bruyndoncx L., Bervoets L., Eens M. (2002): The presence of artificial stones predicts the occurrence of the European bullhead (*Cottus gobio*) in a regulated lowland river in Flanders (Belgium). *Ecol. Freshwater Fish* 11: 203–206.
- [18] Kottelat M. & Freyhof J. (2007): Handbook of European freshwater fishes. published by the author, Switzerland, pp. 646.
- [19] Mallet J.P., Lamouroux P., Sagnes P., & Persat H. (2000): Habitat preferences of European grayling in a medium size stream, the Ain river, France. *Journal of Fish Biology* 56: 1312-1326.
- [20] Melcher A. (1999): Biotische Habitatmodellierung im Rahmen eines Gewässerbetreuungskonzeptes anhand der Lebensraumansprüche der Nase (*Chondrostoma nasus*). Diplomarbeit am Institut für Wasservorsorge, Gewässerökologie und Abfallwirtschaft - Abteilung für Hydrobiologie, Fischereiwirtschaft und Aquakultur - Universität für Bodenkultur, Wien, 128 S.
- [21] Mühlmann S., Michor K., Senfter S (2022): River restoration toolbox. Measures to improve sediment balance of rives in the 5-country biosphere reserve Mura-Drava-Danube. i.A. WWF. Wien.

- [22] Nykänen M. & Huusko A. (2002): Suitability criteria for spawning habitat of riverine European grayling. *Journal of Fish Biology* 60: 1351-1354.
- [23] REVITAL (2022): Saalach Aufweitung Bad Reichenhall (Flkm 16,40 bis 17,00) Genehmigungsplanung (Ingenieursplanung und Landschaftspflegerische Fachbeiträge) im Auftrag des Wasserwirtschaftsamt Traunstein. Einreichung: Frühjahr 2022.
- [24] Smyly W.J.P. (1957): The life-history of the bullhead or Miller's thumb (*Cottus gobio* L.). *Proceedings of the Zoological Society London* 128: 431–453.
- [25] Van Liefferinge C., Seeuws P., Meire P. & Verheyen R.F. (2005): Microhabitat use and preferences of the endangered *Cottus gobio* in the River Voer, Belgium. *Journal of Fish Biology* 67: 897–909.
- [26] Vilcinskas A. (2004): Fische Mitteleuropäische Süßwasserarten und Meeresfische der Nord- und Ostsee. BLV Verlagsgesellschaft mbH, München, pp. 239.