

5.4 Referenzmaßnahme M42 Seitenarm

5.4.1 Planungskonzept

Durch den starken Ausbau der Iller sind unter anderem zahlreiche vagabundierende Seitenarme mit großer Dynamik verschwunden. Da sich die erkannten Defizite nicht allesamt im heute vorhandenen Flussbett minimieren lassen, müssen neue Seitenarme mit entsprechenden „Ersatz“-Habitaten angelegt werden. Diese werden mit verschiedenen, wasserbaulichen Elementen hergestellt und dienen so zur Erreichung nachfolgend aufgeführter Entwicklungsziele:

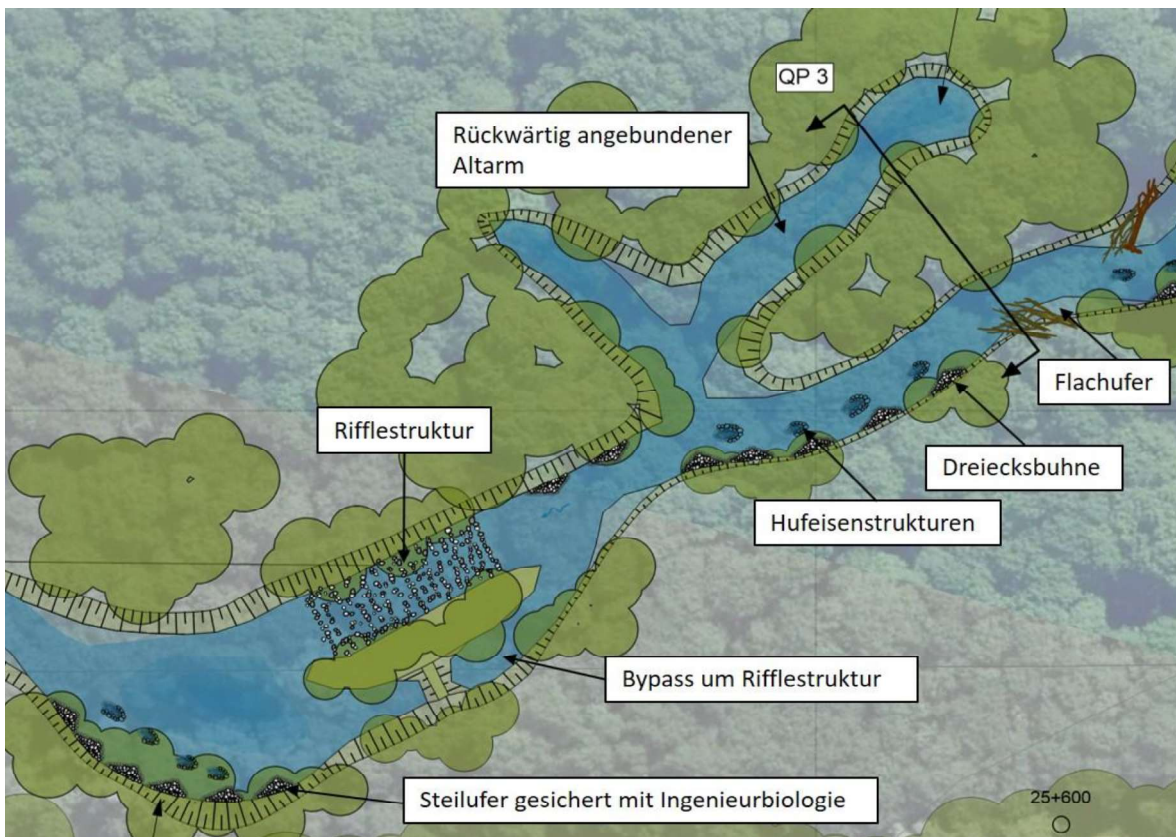


Abbildung 104: Ausschnitt aus dem Lageplan der Maßnahme 42 mit den wichtigsten vorgesehenen Strukturen.

- **Herstellung von dauerhaften benetzten Wasserläufen mit durchschnittlich ca. 8m Breite**
Eine **Breite von 8 m** ist zum einen darin begründet, dass die Seitenarme keine Umgehungsgerinne darstellen, sondern **Ersatzlebensraum** liefern sollen. Sie müssen also eine Basisdimension haben, damit die Mindestanforderungen an die Habitate (Anzahl und flächige Ausdehnung) erfüllbar sind. Außerdem sollen die Seitenarme eine **Eigendynamik** behalten, die sich u.a. in breiten Schnellen mit Möglichkeit zu Kiesumlagerungen äußert. Ein weiterer Grund für die Mindestbreite von 8 m ist, dass ab dieser Breite die **Ansiedlung von Bibern unwahrscheinlich** ist.
- Darin sollen **Laichhabitate**, insbesondere für die Äsche geschaffen werden. Direkt unterstrom dieser Laichhabitate sollen die nötigen **Brütlingshabitate** entstehen.
- Durch die Ausbildung eines asymmetrischen Fließprofils entstehen Gleitufer /-hänge mit entsprechender Eignung als Juvenilhabitate. Entsprechend entstehen Prallufer mit schnell durchströmten Fließrinnen großer Diversität als Habitate für rheophile Adulte.
- Bei entsprechender Flächenverfügbarkeit können Hochwasserrückzugshabitate entstehen.
- Eine strukturreiche Gerinneausbildung garantiert zahlreiche Deckungsstrukturen.
- Die steingepprägten, wasserbaulichen Elemente wie Buhnen, Sporne, Hufeiseninseln bieten mit ihrer Lückenstruktur zahlreiche Groppen(laich)habitate.

Diese Ziele bzw. die dazu erforderlichen Strukturen können durch wasserbauliche Maßnahmen erreicht bzw. entwickelt werden. Der Ausschnitt in Abbildung 104 der Beispielmaßnahme zeigt die hier wichtigsten vorgesehenen Bauwerke. Dies sind im Einzelnen:

Buhnen

Buhnen sowohl in- als auch deklinanter Bauweise sind in Kapitel 5.1 bereits ausführlich beschrieben. Infolge des kleineren Fließgerinnes respektive den geringeren Belastungen werden die Bauwerke hier kleiner und mit entsprechend anderen Baustoffgrößen hergestellt. Hier sind insbesondere die Strömungsbündelung und damit Entstehung einer dauerhaften Tiefrinne, von tiefen Kolken im Hinterwasserbereich und ruhigen Zonen im Buhnenschatten im Vordergrund. Die schon beschriebene Bauweise mit stabilisierendem Weidenaufwuchs sorgt für Beschattung, Fluchtstätten und Wintereinstände. Groppenhabitate entstehen in dem Lückensystem der Steinstruktur des Bauwerks.

Einströmbereich

Zur Optimierung einer dauerhaft störungsfreien Einströmung in die Seitenarme werden uferparallele Pfahlreihen eingebaut, deren gezielte Strömungsentwicklung übermäßigen Geschiebeeintrag in den Ausleitungsbereich minimiert.

Hufeiseninseln

Bau und Wirkungsweise der Hufeiseninseln sind ebenfalls in Kapitel 5.1 ausführlich beschrieben. Sie kommen hier in kleinerer Bauart häufig zum Einsatz und dienen speziell der Grope und Hasel als wertvolle Habitate.

Gerinneausbildung

Die Gerinnegeometrie ist zur Initiierung unterschiedlichster Strömungen, Substratsortierungen, Gewässertiefen und -breiten sehr variabel vorgesehen. Es sollen sich so wechselseitig steile Prall- und flache Gleitufer entwickeln, tiefe Buchten und ausgedehnte Flachwasserbereiche. Insbesondere Letztere werden zusätzlich mit reichlich Totholz versehen, das stabil verankert weit ins Gewässerprofil ragt und somit neben seiner eigenen Funktionalität Initiator für weitere Entwicklungen wie Anlandungen von Geschwemmsel ist. Solche Bereiche haben große Eignung als Laichhabitate bzw. Standorte für Jungfische.

Riffles / Pools

Das zur Verfügung stehende Gefälle zwischen Einström- und Auslaufbereich kann in besonderer Weise genutzt werden. Es werden an geeigneten Stellen ca. 25 – 40 m lange Gefällestrrecken mit einer „Rifflestruktur“ aus Schüttsteinen hergestellt, die insbesondere der Nase sowie kleineren rheophilen Arten als Laichhabitat dienen können. Tiefe „Pools“ vor und hinter den Riffles dienen als Aufenthalts- bzw. Sammelort für die laichwilligen Adulten. Einer Verlandung der Pools ist dadurch entgegenzuwirken, dass, auch außerhalb von Hochwasserphasen mit hohem Schwebstoffanteil, der Abfluss regelmäßig erhöht wird, um Feinsedimente auszutragen. Hinweise dazu sind in Kap. 5.4.3 gegeben.

Die Rifflebereiche werden ähnlich einer flachen Rampe aus losen Wasserbausteinen geschüttet, jedoch mit einem stabilen Stützgerüst gegen Verlagerung bei Hochwasser versehen. Gegebenenfalls ist nach Hochwässern lokal eine Zugabe von Geschiebe erforderlich, um die Eignung als Laichstrecke aufrecht zu erhalten. Zur hydraulischen Entlastung sowie Ausbildung der Poolstruktur wird parallel zum Rifflebereich ein Bypass hergestellt, der einen stabilen, sattelartig gebauten Überlauf besitzt. Dieser wird bei höheren Abflüssen überströmt, so dass die Rifflestrecke hydraulisch entlastet wird und die Pools im Bypassgerinne regelmäßig ausgespült werden und damit funktionsfähig bleiben.

Angeschlossene Altarme

Im Bereich der neu anzulegenden Seitenarme befinden sich noch Senken und Rinnen ehemaliger Flussarme. Diese werden, so geeignet, rückwärtig an die neuen Seitengewässer angebunden. Damit sind sie als Stillwasserlebensräume, im Hochwasserfall als Rückzugsräume nutzbar.

5.4.2 Hydraulik

Der vom Planer entworfene Seitenarm in Maßnahme M42 ist sowohl in der Längen- als auch Breitenrichtung sehr heterogen. Die Erstellung eines detailgetreuen Geländemodells für die Strömungsberechnungen wäre äußerst zeitaufwendig gewesen. Deshalb wurde ein anderer Ansatz gewählt: ausgehend von einem weitgehend homogenen Basismodell mit Breiten und Gefällevariation aber ohne Tiefenanpassungen (z.B. tiefe Außenkurven, flache Innenkurven) wurden erste Strömungssimulationen durchgeführt. Die abgeleiteten Strömungskräfte wurden dazu verwendet, die Sohle lokal zu vertiefen oder zu erhöhen, so dass sich iterativ ein heterogenes Modell mit Rinnen und Kolken bildet (Abbildung 105).

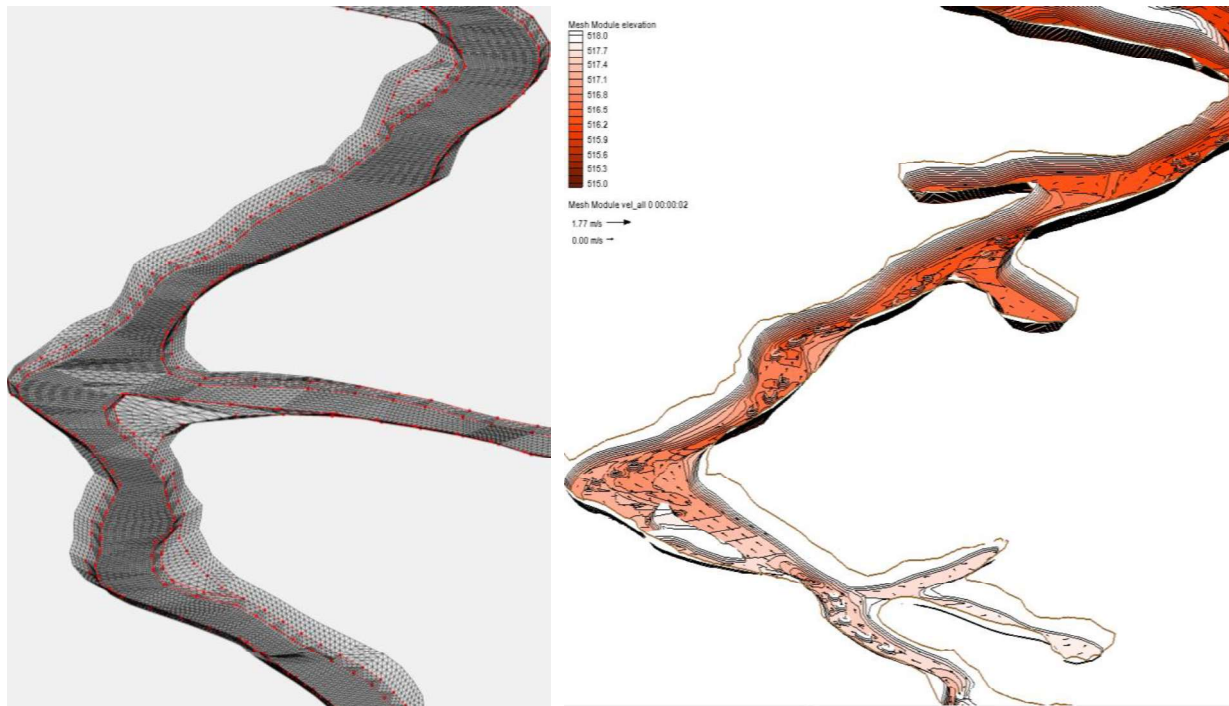


Abbildung 105 Übergang vom „homogenen“ Basismodell auf heterogenes Modell mit Rinnen und Kolken über Iterationen mit dem Strömungsmodell

Für dieses an die Planung eng angepasste Modell des Seitenarms wurden dann hydrodynamisch-numerische Modellierungen für die Abflüsse $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$, $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$, $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$, $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ und $3,0 \text{ m}^3/\text{s}$ durchgeführt. Im Folgenden sind die berechneten tiefengemittelten Fließgeschwindigkeiten (Abbildung 106) sowie die berechneten Wassertiefen (Abbildung 108) für die Maßnahme M 42-Seitenarm dargestellt.

Es zeigt sich, dass sich aufgrund der strukturreichen Morphologie ein sehr variables Strömungsbild einstellt, auch bereits bei $1 \text{ m}^3/\text{s}$. Die Wassertiefen sind allerdings beim Abfluss $1 \text{ m}^3/\text{s}$ an Pessimalstellen noch gering und erreichen erst bei $2 \text{ m}^3/\text{s}$ durchgehend die für die Durchwanderbarkeit der Zielarten geforderten Mindestwerte von 20 bis 25 cm. D.h. für die Sicherstellung der **Durchwanderbarkeit des Seitenarms** mit 8 m Mindestbreite, die aus den in Kap. 5.4.1 genannten Gründen erforderlich ist, sind **mindestens $2 \text{ m}^3/\text{s}$** notwendig. Eine weitere Begründung für diesen Mindestabfluss liefern die Habitatsimulationen (siehe Kap. 5.4.7).

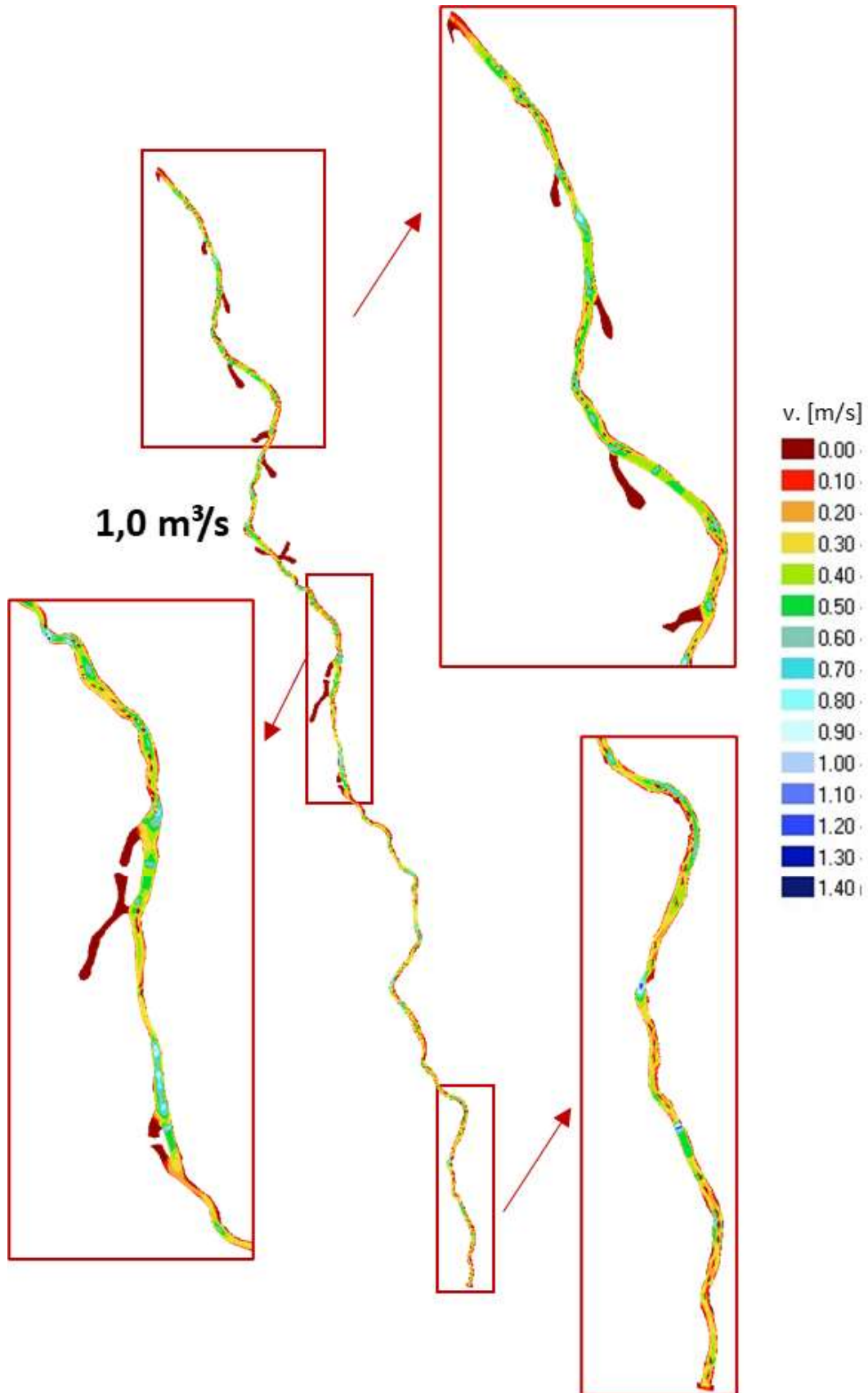


Abbildung 106: Mittlere Fließgeschwindigkeiten M 42 – Seitenarm bei einem Abfluss von 1 m³/s

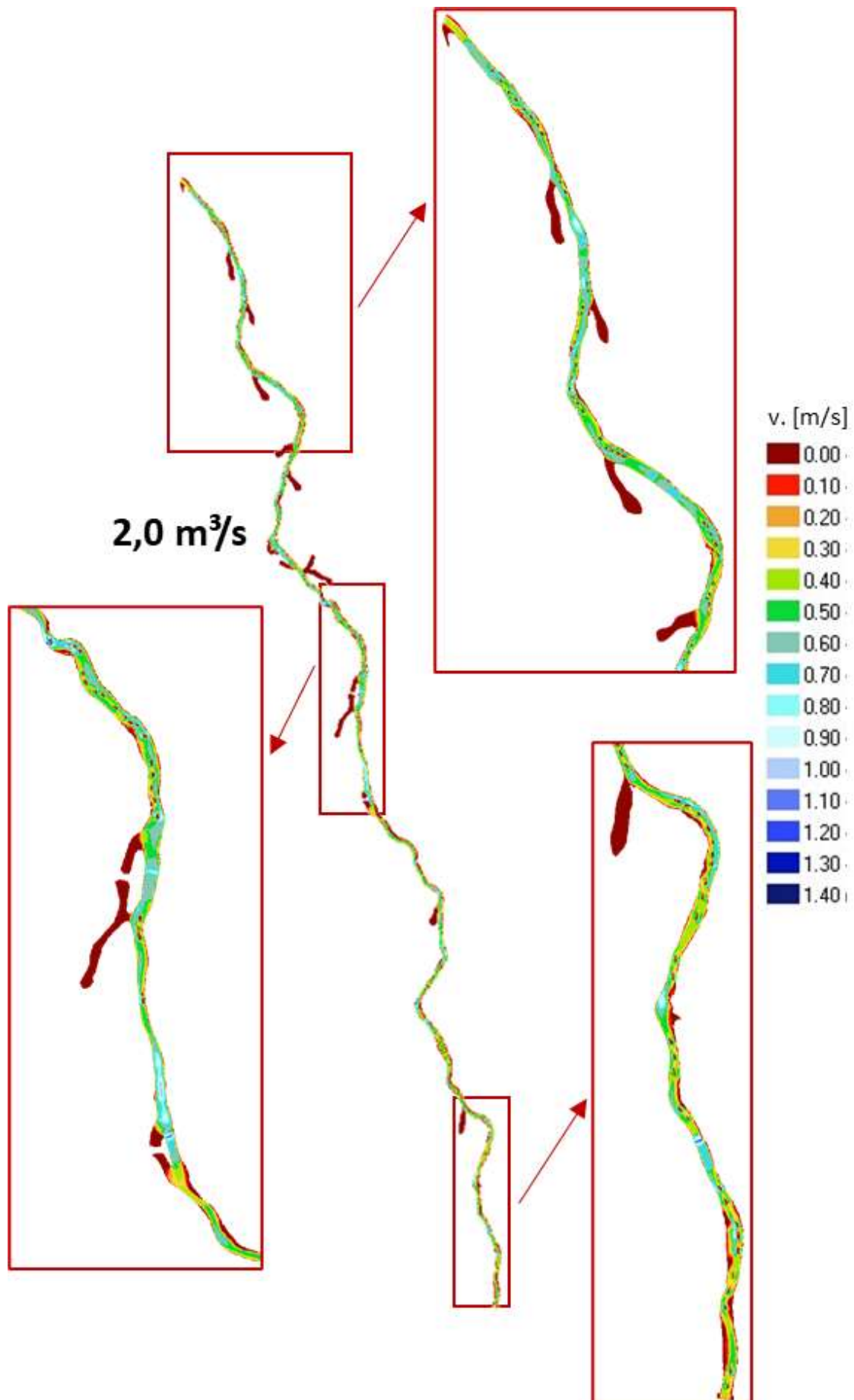
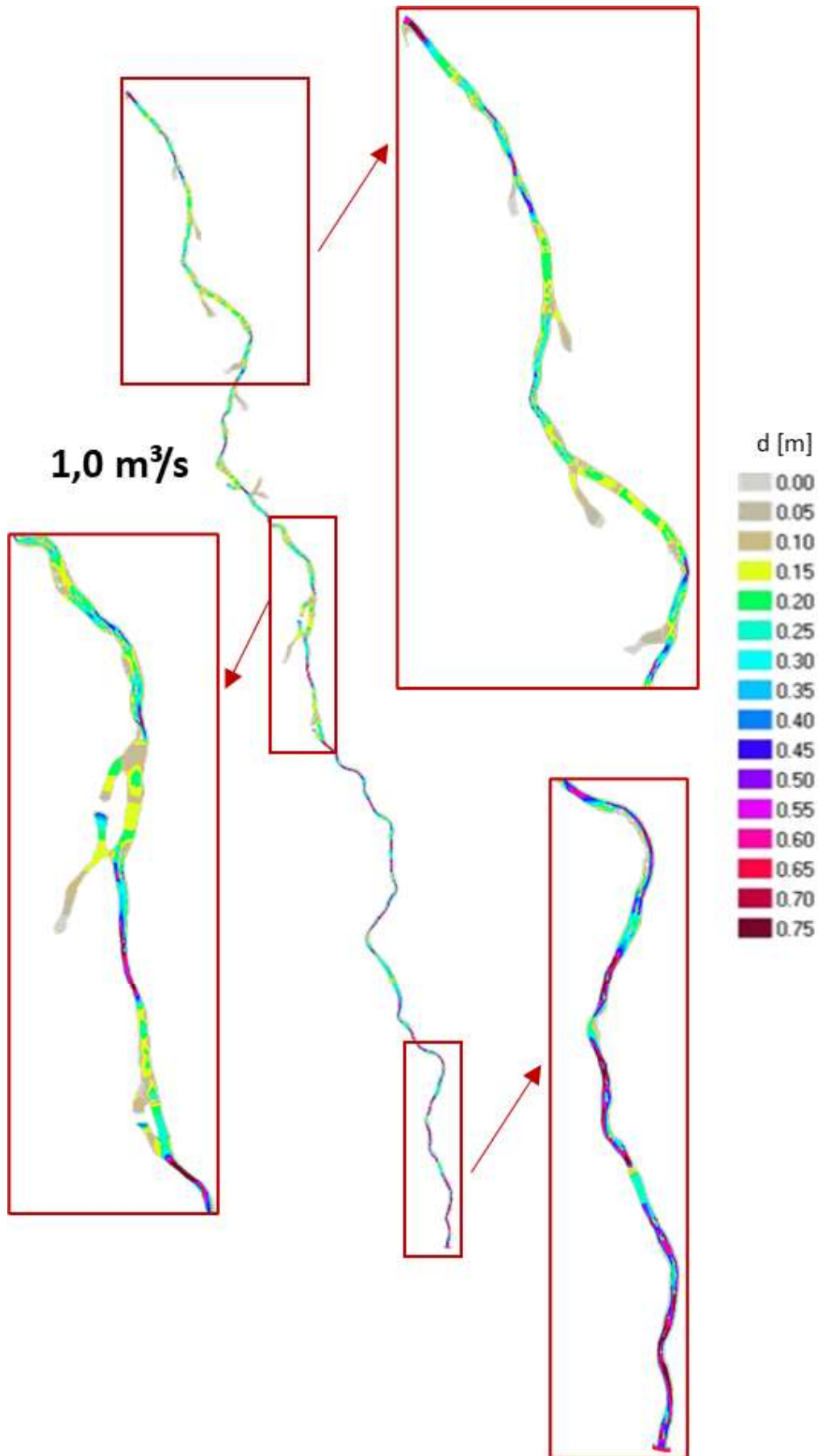


Abbildung 107: Mittlere Fließgeschwindigkeiten M 42 – Seitenarm bei einem Abfluss von $2 \text{ m}^3/\text{s}$

Abbildung 108: Wassertiefen M 42 – Seitenarm bei einem Abfluss von $1 \text{ m}^3/\text{s}$

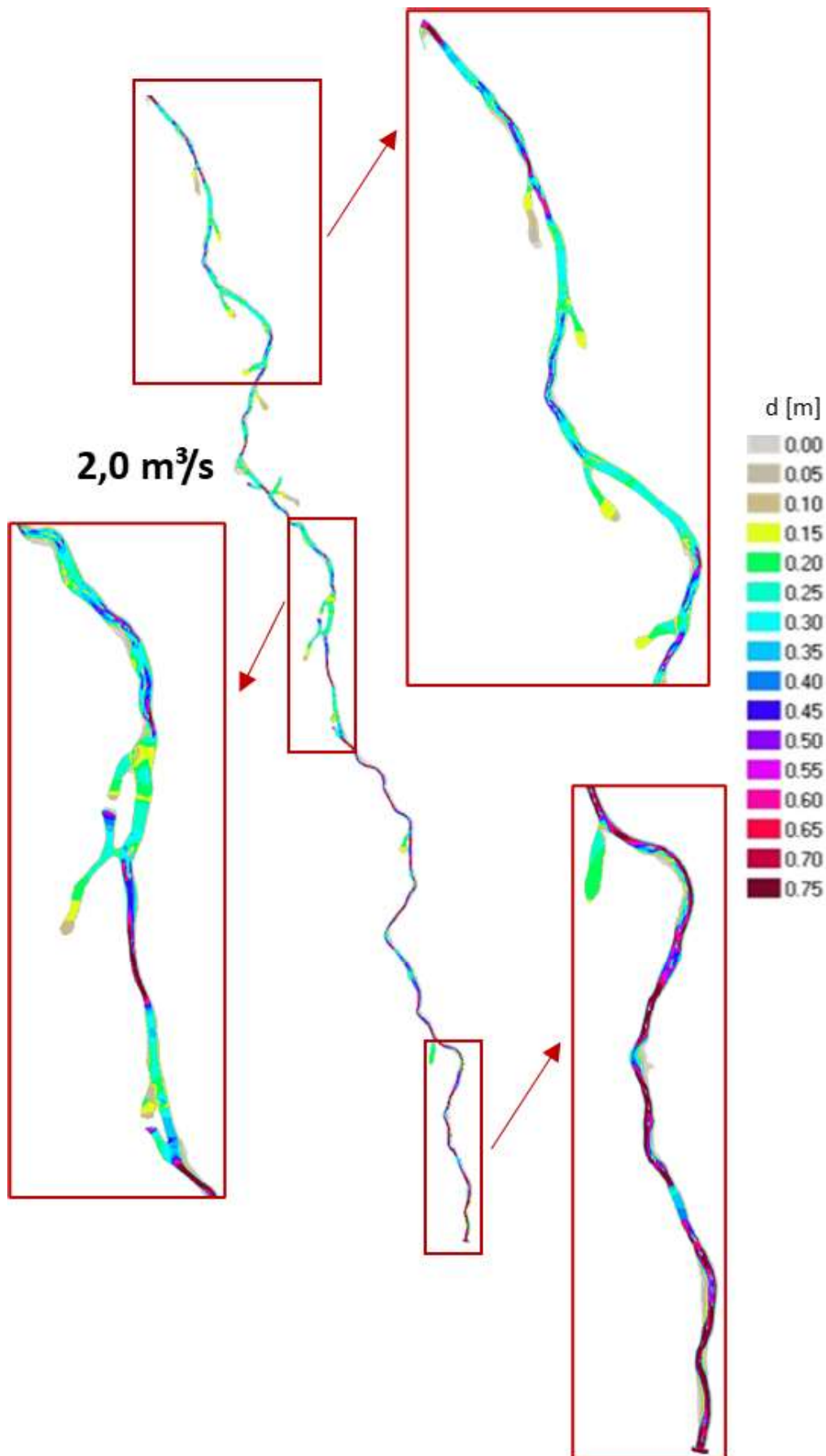


Abbildung 109: Wassertiefen M 42 – Seitenarm bei einem Abfluss von $2 \text{ m}^3/\text{s}$

5.4.3 Morphologie, Sedimenthaushalt

Das Verhältnis Geometrie zu Abfluss im Seitenarm ist deutlich besser als im Hauptgerinne (Hauptgerinne: zu wenig Abfluss durch Ausleitungen), was sich in einem deutlich dynamischeren Belastungsbild widerspiegelt. Aus morphologischer Sicht ist das Konzept Seitenarm besser geeignet eigendynamisch Iller-typische Verhältnisse auszubilden. Dieses entspricht der ursprünglichen furkierenden Iller, der Nebenarm kann als Teil des ursprünglich furkierenden Systems gesehen werden.

Exemplarisch herausgegriffen in Abbildung 110 ist ein vorgesehenes Steilufer rechtsufrig. Sowohl in der Schubspannungs- als auch in der Transportanalyse (EROSED 6 mm) ist zu erkennen, dass erhöhte Belastungen in diesem Bereich erreicht werden. Im Außenbogen findet – verstärkt durch die im Innenbogen angeordneten Hufeisenbuhnen - im Strömungsstrich durchgehender Transport statt (EROSED 6 mm) – ein maßgeblicher Eintrag gröberer Materials kann durch eine, gegenüber der Sohle im Mutterbett höher angeordneten, Ausleitung (über eine Schwelle) und bei fachgerechter Planung der Ausleitungssituation verhindert werden. Im Innenbogen und den Buhnenschatten kann Sedimentation von feinerem Material erwartet werden. Es ist die Ausbildung und Erhaltung einer rechtsufrigen Tiefenrinne und des Steilufers möglich.

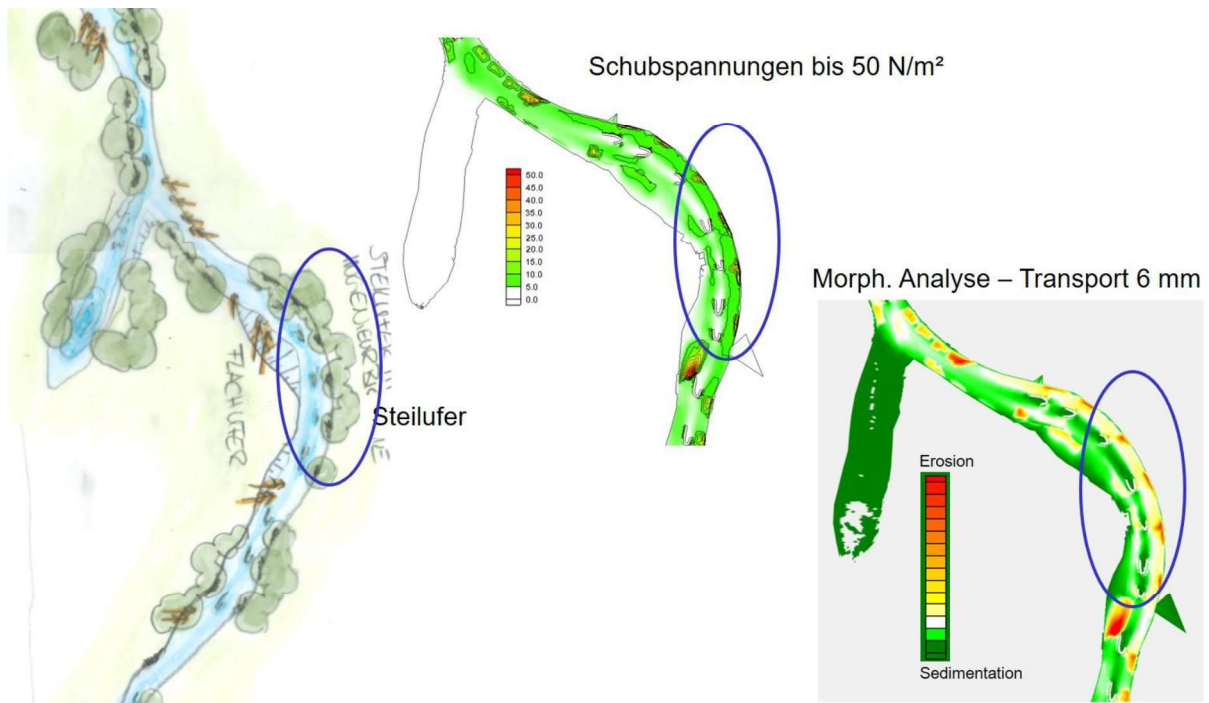


Abbildung 110: Maßnahme M42 – Detailausschnitt, Prognose der morphologischen Entwicklung mit Erosionsintensität und Sedimentation (EROSED für 6mm Korn re.)

Die Analyse des Auslaufbereichs (siehe Abbildung 111) zeigt, dass der unterste Bereich bereits im Stauinfluss (nächste Schwelle flussab) der Iller liegt. Die Belastungen gehen dementsprechend stark, bis auf den Wert Null, zurück, und es findet Sedimentation statt. Berechnungen mit höheren Durchflüssen (nachfolgend) zeigen aber, dass bei höherem Durchfluss auch der untere Bereich mobilisiert wird.

Im Hinblick auf Hochwasserabflüsse sind im Einlauf- und speziell im Auslaufbereich des Nebengerinnes jeweils eine Drossel vorzusehen, da sonst stärkere Erosionserscheinungen auftreten können. Weitere Ausführungen hierzu sind in Kap. 5.4.5 gegeben. Der Vorlandabfluss kann durch die Dimensionierung der Ein- und Ausleitungsbauwerke je Zielsetzung verändert oder weitgehend erhalten werden und ist im Einzelfall vorab zu analysieren (Bordkapazitäten und Wasserfrachten).

Analyse Auslaufbereich (gedrosselter Zulauf oben ca. $Q = 4 \text{ m}^3/\text{s}$)



Abbildung 111: Maßnahme M42 – Auslaufbereich, Prognose der morphologischen Entwicklung mit Erosionsintensität und Sedimentation (EROSED für verschiedene Korngrößen)

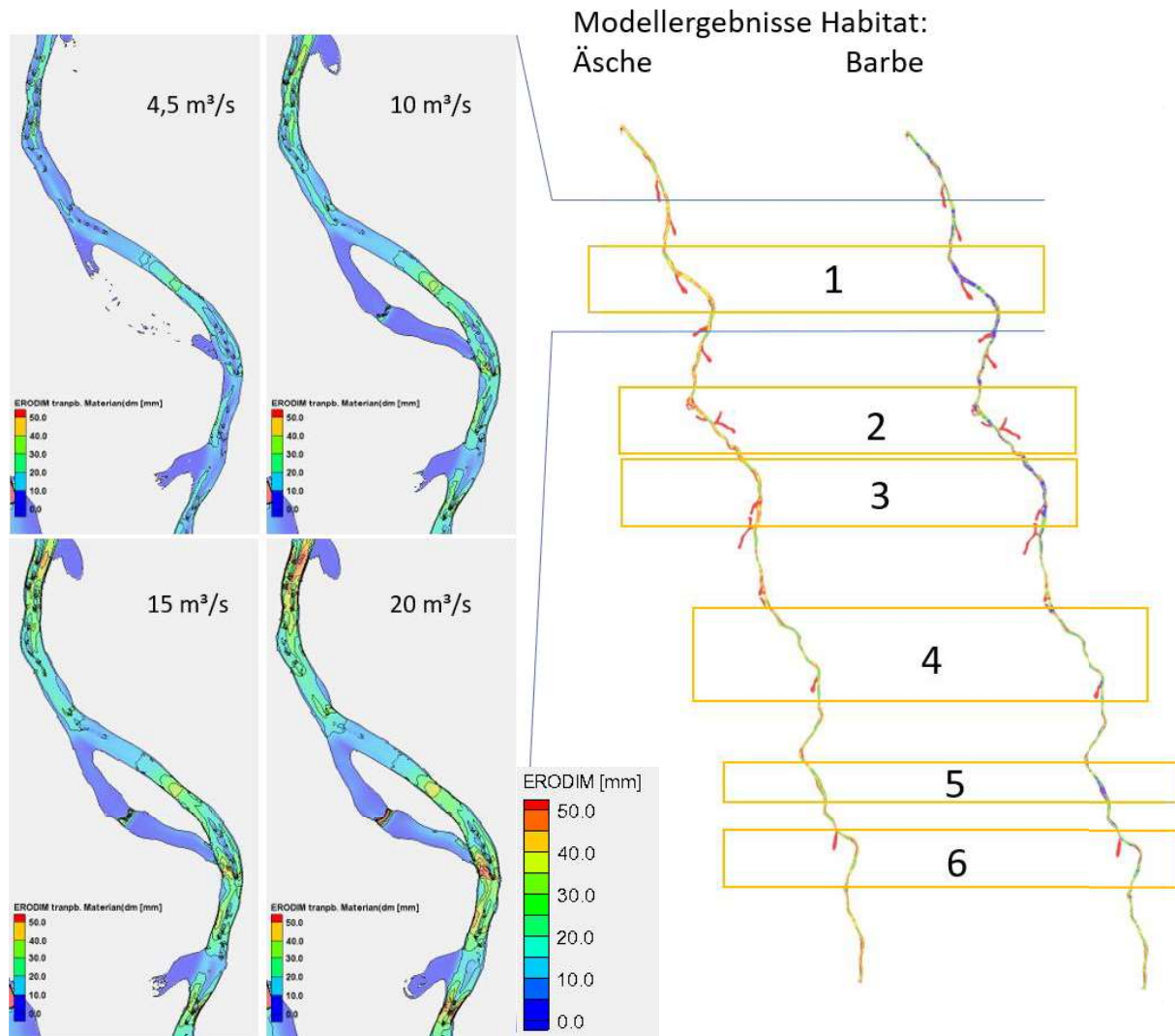


Abbildung 112: Abflusserfordernis für Kiesumlagerungen (Legende gibt transportierbares Material in mm)

Durch eine Steuerung kann der Abfluss periodisch erhöht werden, um die Abflussdynamik im Nebenarm gezielt zu erhöhen (Abbildung 112). Durch den reduzierten Gerinnequerschnitt können

auch bei geringeren Abflüssen morphologische Entwicklungen (Umlagerung, Transport, Austrag feinerer Sedimente) erfolgen (siehe Tabelle 14). Ein verstärkter Feinsedimenteintrag im Nebengerinne kann durch günstige Platzierung des Ausleitungsbauwerks (Anwendung allgemeiner Planungsempfehlungen für Wasserentnahmen aus geschiebeführenden Flüssen) ggf. ergänzt durch einfache flankierende Maßnahmen wie Geschiebeabweiser (Abbildung 113) verhindert werden.

Tabelle 14: Transportierbares Material (dm_{max}) an den hochbelasteten Stellen je Bereich:

Bereich	Q [m ³ /s]	4.5	10	15	20
1	dm _{max} [mm]	bis 20	40-50	45-55	50-60
2		bis 20	30-40	40-50	50-60
3		20-25	40-50	50-70	70-80
4		10-15	15-20	20-25	30-40
5 ^{*)}		15-25	20-30	25-30	25-30
6		10-15	20-30	25-35	35-40

*) Ausuferung ab ca. 10 m³/s daher keine Erhöhung

Im Fall eines Defizits kleinerer Kornfraktionen (ökologisches Erfordernis) können diese in Form von Depots am Beginn des Nebenarms vorgesehen werden, der Austrag dieser Materialien wird im Nebenarm (auch bei Hochwasser) deutlich geringer sein als im Mutterbett.

Ökologisch ist das periodische, lokale Umlagern (Mobilisieren) von Kiesmaterial wichtig (2 – 63 mm). Die Möglichkeit des Eintrags höherer Abflussmengen (Spülung bei höheren Abflüssen) wäre daher für die Funktionsfähigkeit wesentlich (Tabelle 14). Dies sollte bevorzugt in Phasen mit geringer Trübung stattfinden, um Kolmatierung durch Feinsedimente zu verhindern. Das Herunterfahren des Abflusses sollte nicht zu abrupt erfolgen, um das Stranden von Fischen und MZB zu verhindern. Ein Absenken über einen Zeitraum von 30 bis 60 min wird als zweckmäßig angesehen.

Bereits bei rd. 4-4,5 m³/s kann kleinräumig Material bis etwa 20-25 mm (etwa Fein- bis Mittelkies) umgelagert werden. Um grobkiesiges Material zwischen 20 und 60 mm (Laichsubstrat wichtiger Fischzeigerarten) in lokalen Bereichen bewegen zu können, wäre ein Abfluss von rd. 10-15 m³/s erforderlich, um Material an der oberen Grenze des Grobkiesbereichs bei 60 mm und darüber hinaus zu bewegen, wären ca. 20 m³/s notwendig. D.h. bei richtiger Dimensionierung der Drosseln werden einerseits Umlagerungen von Kiesbänken ermöglicht, aber ein schneller Austrag von Laichsubstraten vermieden. Dennoch wird eine Feststoffbewirtschaftung über die Anlage von **Kiesdepots** im oberen Abschnitt der Seitenarme notwendig sein, um über längere Zeiträume geeignete Substrate zur Verfügung zu stellen.

Wie bereits in Kap. 4.5.2 angemerkt sind Wassertiefe und Fließgeschwindigkeit die maßgeblichen Parameter morphologischen Prozesse. Im Falle der Reduktion von Abflüssen durch Entnahmen über einen großen Teil des Jahres ist die Anpassung der Gerinnegeometrie (Nebenarm) an die Abflussgegebenheiten ein Ansatz, um zumindest in Teilbereichen naturnahe Sohlzustände zu erreichen und die Zielvorgaben zumindest in diesen Abschnitten erreichen zu können. Hochwasserabflüsse müssen im Mutterbett verbleiben, eine räumliche Trennung (Nebenarm) ist dabei zwingend.



Abbildung 113: Geschiebeabweiser an der Alm / Österreich

5.4.4 Ein- und Auslauf des Seitenarms

Sowohl Einström- als auch Ausströmabflüsse sollten limitiert werden. Die Limitierung kann durch einfache Öffnungen im Begleitdamm erfolgen. Die Öffnungen sind im Normalfall (Restwasser) frei durchflossen und weisen im HW-Fall Druckabfluss auf (Drosselung durch Dammbalken, Schütz, Zusatzdotationsöffnung o.ä.). Die Auslegung ist lokal anzupassen.

Vor allem folgende Aspekte sind jeweils vorab zu klären bzw. Ziele festzulegen:

Einströmsituation:

- Limitierung durch Dammöffnung
- Einlaufsicherungen gegen Erosionserscheinungen (s. Abbildung 114 re.)

Ausströmsituation:

- Limitierung durch Dammöffnung

Limitierung v.a. erforderlich bei:

- Beeinflussung Vorlandabfluss (Bestand) – folgende Fragen sind zu klären:
 - + Einfluss auf Aue
 - + Einfluss auf Retention
 - + Einfluss auf GW
- Ausströmlimitierung zur Sohlsicherung – folgendes muss berücksichtigt werden:
 - + HW Abfluss im Hauptgerinne erfolgt rascher als im Nebengerinne – Sohlbelastung
 - + Sohlbelastung generell im Nebenarmsystem

Mit einer Drossel können die Ausleitung am Einlauf und der Rückfluss am Auslauf des Seitenarms kontrolliert und angepasst werden. Ohne Drosselung (offener Ablauf) errechnet sich bei HQ₂ ein Abfluss von über 100 m³/s durch das Nebengerinne (siehe auch Risikobetrachtung Kap. 5.4.5). Mögliche Zuflüsse im Hochwasserfall über tiefer liegende Dammbabschnitte und Vorlandabflüsse sind dabei zu berücksichtigen.

Prinzip Drosselbauwerk (Zulauf) – Ungesteuert



Öffnungsgröße durch Stahlplatte (Dammbalken) variier- aber nicht steuerbar.

- Gesteuert



Sicherung im Auslauf



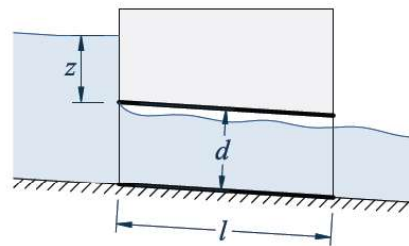
Abbildung 114: Prinzip Drosselbauwerk

Im Einlaufbereich sind lokal stärkere Erosionserscheinungen möglich, wenn der Zulauf nicht gedrosselt wird. Auch eine Drosselung kann direkt nach dem Bauwerk (Prinzip siehe Abbildung 114) lokal Sicherungsmaßnahmen erfordern. Dies ist jedoch durch einfache Maßnahmen (Wasserbausteine) herstellbar und Teil einer Detailplanung.

Im Folgenden ist das Beispiel einer Dimensionierung des Abflusses und Zuflusses für die Referenzmaßnahme 42 gegeben. Wie in Kap. 5.4.3 erwähnt, ist ein Abfluss von rund 20 m³/s erforderlich, um Korngrößen bis zu Grobkies großflächig in Bewegung zu versetzen. Ein deutlich größerer Abfluss sollte allerdings vermieden werden, um ein Ausräumen von Kiesfraktionen aus dem Seitenarm zu verhindern. Dies ließe sich durch Begrenzung des Auslaufquerschnitts realisieren.

Für den Auslauf am unteren Ende wird ein eingestauter Durchlass mit Teilfüllung angesetzt. Der Durchfluss ermittelt sich nach der folgenden Gleichung (hier beispielhaft für einen kreisförmigen Durchlass, um die Dimensionen zu verdeutlichen, für die Ausführung sind Sohlstrukturen und Substrateinbringung vorzusehen):

$$Q = A \cdot v = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \mu \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \left(z + \frac{d}{2}\right)}$$



Bei einem Durchlassdurchmesser von 2,6 m (ca. 5,3 m² Querschnittsfläche) und einem angenommenen Einstau von 0,5 m ergibt sich ein Durchfluss von ca. 20,5 m³/s. Durch eine Verringerung des Durchmessers auf 1,9 m (ca. 3 m² Querschnittsfläche) ließe sich der Durchfluss auf ca. 10 m³/s begrenzen. Für die Umsetzung würden sich Rechteckdurchlässe mit etwas größeren Querschnittsflächen (wg. des geringeren Abflussbeiwerts) anbieten, da mit ihnen eine temporäre Querschnittsverengung durch Dammbalken einfacher umzusetzen ist. Das entspräche im vorliegenden Fall mit einer Querschnittsfläche von etwas mehr als 5,3 m² einem Rechteckquerschnitt mit ca. 3 m Breite und einer Höhe von etwas weniger als 2 m beim Durchfluss 20 m³/s. Für eine Reduktion auf 10 m³/s wären ca. 40% der Fläche mit Dammbalken zu verschließen.

Am Einlauf könnten eine ähnliche Abflussdrosselung vorgesehen werden. Diese ist aber im vorliegenden Falle der M42 nur sehr bedingt wirksam, da im Einlaufbereich der gewässerbegleitende Damm überströmt wird. Ansonsten wären die Dimensionen ähnlich wie beim Auslauf vorzusehen.

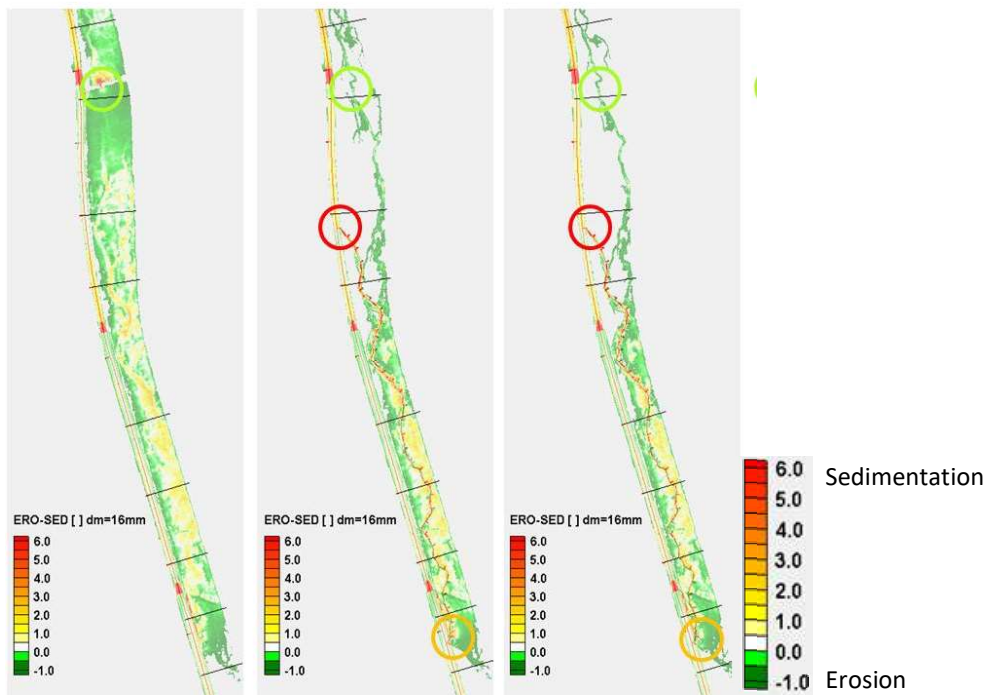
5.4.5 Situation bei Hochwasser und Steuerung

Für die Anlegung des Seitenarms (Maßnahme M42) wurde eine Analyse des Gesamtsystems im Fall des Eintretens eines HQ₁₀₀ durchgeführt. Nachfolgend ist die Analyse für den Planzustand einer oberen Drossel, aber keiner unteren Drossel dargestellt, um die Maßnahmenentwicklung zu zeigen (PLAN -> Zustand ohne Drossel und PLAN Zustand mit einer Drossel oben).

In den Tabellen (Abbildung 115) sind die Situationen bis HQ₁₀₀ (Darstellung) für die Bereiche Vorlandabfluss/Durchlass (VL/DL - grüne Markierung), Auslaufbereich Seitenarm (NG OUT – rote Markierung) und Einlaufbereich Seitenarm (NG IN – gelbe Markierung) dargestellt. Ziel der Maßnahmenoptimierung bei M42 war es, den Vorlandabfluss nicht maßgeblich zu beeinflussen (Thema Retention). Deutlich erkennbar ist trotzdem die Entwässerungswirkung durch den Seitenarm, durch den die Überflutung des Vorlandes im unteren Teil der Maßnahme deutlich geringer ausfällt.

Dabei ist zu erkennen, dass die obere Drossel zwar den Zufluss zum Seitenarm reduziert (von ca. 70 m³/s auf etwa 22 m³/s), aufgrund der Überbordung bei HQ₁₀₀ wirkt sich dies flussab aber kaum mehr aus (vergl. PLAN-Zustände).

M42 / ERO-SED (dm = 16mm) / HQ₁₀₀ (ca. 860 m³/s)
 IST PLAN PLAN / Drossel Oben



Flkkm	VL/DL		VL/DL		VL/DL	
	23.600		23.600		23.600	
Abfluss	IST		PLAN		PLAN Drossel Oben	
	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
	20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MQ	50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	100	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	200	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	300	19.9	0.0	0.0	0.0	0.0
HQ2	420	73.8	3.4	2.1		
HQ10	600	99.4	44.3	42.3		
HQ20	680	103.7	53.9	52.7		
HW50	780	107.1	55.4	64.7		
HQ100	860	108.4	74.1	73.9		

Flkkm	NG OUT		NG OUT	
	24.100		24.100	
Abfluss	PLAN		PLAN Drossel Oben	
	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
	20	3.5	3.4	
	25	3.7	3.5	
MQ	50	4.3	4.1	
	75	5.6	4.3	
	100	7.0	4.5	
	200	17.6	4.5	
	300	36.3	20.4	
HQ2	420	102.4	92.3	
HQ10	600	151.6	158.1	
HQ20	680	176.0	173.6	
HW50	780	185.0	183.8	
HQ100	860	181.3	180.6	

Flkkm	NG IN		NG IN	
	24.100		24.100	
Abfluss	PLAN		PLAN Drossel Oben	
	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
	20	3.5	3.4	
	25	3.7	3.5	
MQ	50	4.5	4.2	
	75	5.6	4.5	
	100	7.0	4.5	
	200	17.6	4.5	
	300	34.6	7.8	
HQ2	420	43.8	13.7	
HQ10	600	53.3	18.3	
HQ20	680	60.5	20.3	
HW50	780	67.2	22.0	
HQ100	860	70.2	22.3	

Abbildung 115: Maßnahme M42 - morphologische Analyse, Hochwasserbetrachtung

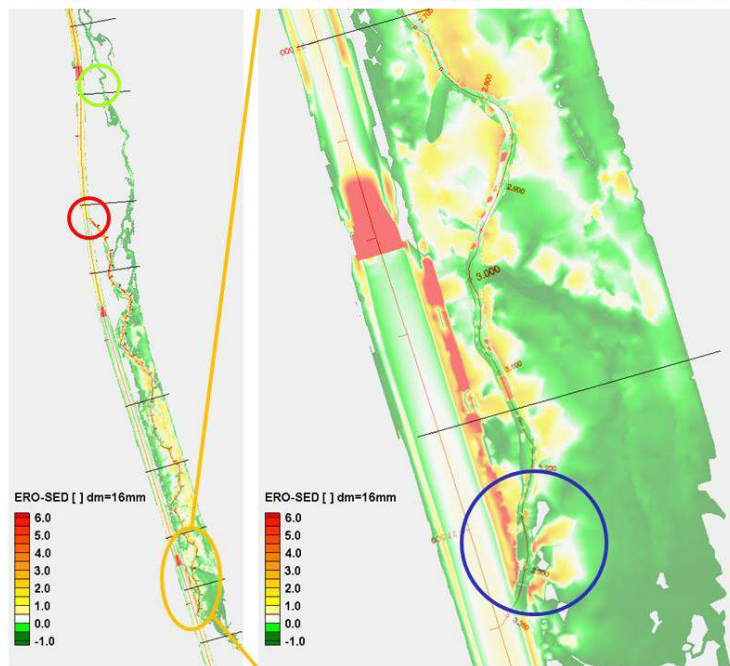
Ohne Drossel im Auslass käme es zu einer vorzeitigen (gegenüber dem Istzustand) Rückführung der Wasserfrachten aus dem Vorland. Dies beeinflusst sowohl den weiteren Vorlandabfluss (Reduktion von ca. 108 m³/s (Istzustand) auf etwa 74 m³/s) als auch die Hochwasserwelle selbst (Retention).

Im Hinblick auf Hochwasserabflüsse ist speziell im Auslaufbereich des Seitenarms eine Drossel vorzusehen, um sowohl den Vorlandabfluss an die jeweiligen Zielsetzungen anpassen zu können als auch die speziell im unteren Teil des Nebenarms starken Erosionserscheinungen im Hochwasserfall zu vermeiden.

Die Belastungen im Seitenarm sind gegenüber der Vorlandbelastung (Oberflächenbelastungen) nicht höher (analog bestehender Gräben im HW-Fall), ein vorhandener Vorlandabfluss ist dabei berücksichtigt. Die Sohlschubspannungen sind im Normalfall (Restwasser) ausreichend, um feineres Material (< 6 mm) wieder auszutragen.

Der Schutz der Sohle gegenüber Erosion im HW-Fall erfolgt primär durch eine Sohlfixierung beim Durchlass (Öffnungsfixierung und Dammsicherung im Ein- und Auslaufbereich). Sekundär kann bei Gefahr von Auskolkungen auch gröberes Material in die Sohle vorab lokal eingebracht werden.

M42 / ERO-SED (dm = 16mm) / HQ₁₀₀ (ca. 860 m³/s)
 PLAN / Drossel Oben - Einlaufbereich



Fkkm	VL/DL	VL/DL	VL/DL
	23.600	23.600	23.600
Abfluss	1ST	PLAN	PLAN Drossel Oben
	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
	20	0.0	0.0
	25	0.0	0.0
MQ	50	0.0	0.0
	75	0.0	0.0
	100	0.0	0.0
	200	0.0	0.0
	300	19.9	0.0
HQ2	420	73.8	3.4
HQ10	600	99.4	44.3
HQ20	680	103.7	53.9
HW50	780	107.1	65.4
HQ100	860	108.4	74.1

Fkkm	NG OUT	NG OUT
	24.100	24.100
Abfluss	PLAN	PLAN Drossel Oben
	[m ³ /s]	[m ³ /s]
	20	3.5
	25	3.7
MQ	50	4.3
	75	5.6
	100	7.0
	200	17.6
	300	36.3
HQ2	420	102.4
HQ10	600	161.6
HQ20	680	176.0
HW50	780	185.0
HQ100	860	183.3

Fkkm	NG IN	NG IN
	24.100	24.100
Abfluss	PLAN	PLAN Drossel Oben
	[m ³ /s]	[m ³ /s]
	20	3.5
	25	3.7
MQ	50	4.5
	75	5.6
	100	7.0
	200	17.6
	300	34.6
HQ2	420	48.6
HQ10	600	55.3
HQ20	680	60.5
HW50	780	67.2
HQ100	860	70.2

Abbildung 116: Maßnahme M42 - morphologische Analyse, Einlaufbereich mit Drossel, Hochwasserbetrachtung

5.4.6 Grundwasser und Aue

Eines der Entwicklungsziele des Gewässerentwicklungskonzeptes Untere Iller (Blasy & Øverland 2017) ist die Förderung der Wasserausleitung in die Au. Dadurch sollen feuchte Aueverhältnisse gefördert werden und höhere Grundwasserstände erreicht werden, um Auerinnen, Tümpel und Auwald mit ausreichend Wasser zu versorgen.

Im oberen Abschnitt des Seitenarms bis etwa zur Schwelle bei Fkm 25,5 liegt der Wasserspiegel der Iller bei Mittelwasser über dem rechtsufrig begleitenden Grundwasserspiegel, es findet also ein Zustrom von der Iller in das Grundwasser statt. Die Grundwasserströmungsrichtung geht von West nach Ost. Ab der Schwelle bei ca. Fkm 25,5 liegt der Mittelwasserspiegel kurzzeitig unter dem begleitenden Grundwasserspiegel, hier dreht auch die Grundwasserströmung auf Ost nach West. Am unteren Ende des Seitenarms, bei der Mündung in die Iller, liegt der Mittelwasserspiegel wieder über dem Grundwasserspiegel. Exemplarisch ist die Auswertung der Grundwassermessstelle 142/768-9 in Abbildung 117 dargestellt. Deutlich ist auch hier der grundsätzliche Absenkungstrend erkennbar.

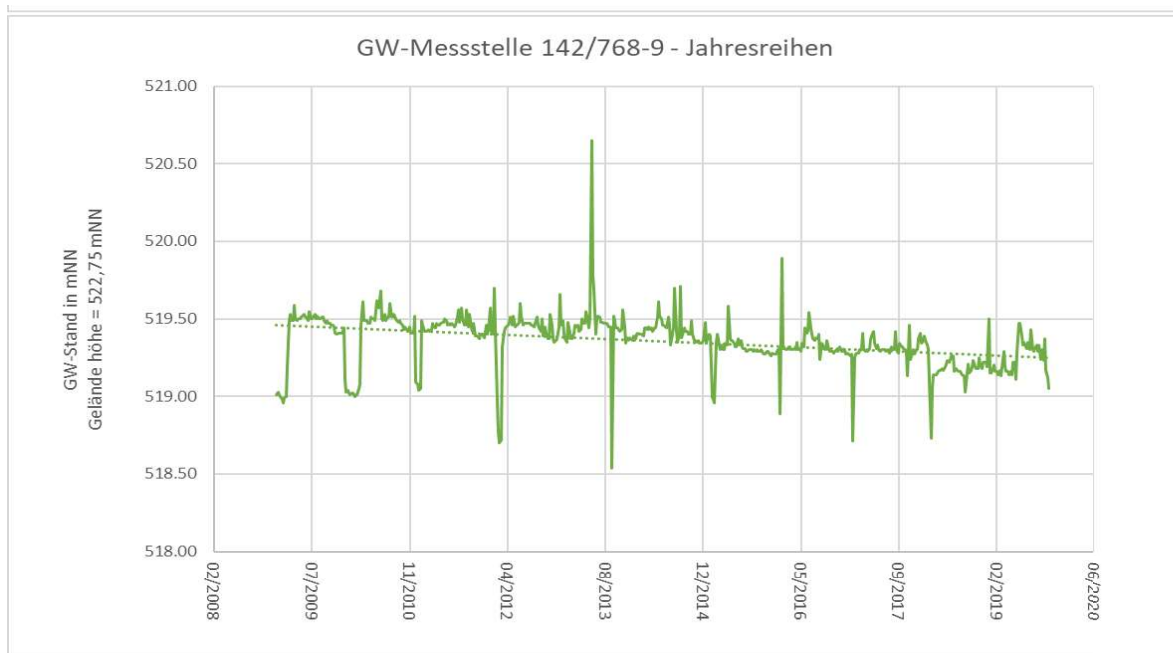


Abbildung 117: Auswertung Grundwassermessstelle 142/768-9 - Maßnahmenbereich M42

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass durch den Seitenarm ein zusätzlicher Zustrom in das Grundwasser stattfinden wird. Durch die Dotation des begleitenden Auwaldes kann der Grundwasserspiegel auch im Bereich, in dem er derzeit unter dem Mittelwasserspiegel der Iller liegt, angehoben werden. Totarme und kleine Tümpel im Seitenarmsystem tragen zusätzlich zu einer Anreicherung bei und bilden die Grundlage für die Reaktivierung von Feuchthabitaten.

Folgende Aspekte sind jeweils vorab zu klären bzw. Ziele sind festzulegen:

- Ermittlung des GW-Standes
- Beeinflussung GW-Stand
- GW über Sohle Nebenarm – GW Entzug (ggf. Drainagewirkung)
- GW unter Sohle Nebenarm – speziell am Maßnahmenanfang (zeitlich) hoher Versickerungsraten zu erwarten – Einfluss auf Restwassermenge flussab!

Abhängig von der Höhensituation der GW-Spiegel in Bezug zur Sohle der Seitenarme können Wasserverluste bei tiefer liegenden GW-Spiegeln relevant sein. Die konkrete GW Situation ist bei der Planung zu prüfen. Die In- bzw. Exfiltrationraten werden sich durch Mobilisierung, Transport und Eintrag von Feinmaterial (Kolmation) natürlich reduzieren. Falls erforderlich (nur bei tief liegenden GW-Spiegel / Infiltration ins GW) kann im Rahmen der Umsetzung (in Abstimmung mit allen Fachbereichen) durch gezielte Einbringung von Feinmaterial unter der Kiessohle, dieser Prozess beschleunigt bzw. vorweggenommen werden. Im Falle dieses Erfordernisses sind diese Maßnahmen in enger Abstimmung mit der Ökologie zu erarbeiten, da die Sohlzusammensetzung bzw. der Sohlaufbau lebensraumlimitierend sind.

Eine mineralische Abdichtung zur Verhinderung der Versickerung aus den Seitenarmen in das Grundwasser könnte beispielsweise mittels eines Ton-Schluff-Gemisches mit einer Stärke von etwa 0,6 m bis 1 m und einem k_f -Wert von $\leq 10^{-3}$ m/s erreicht werden.

Im Zuge der Planung von Fischaufstiegsanlagen an den Wehren Unter- und Oberbalzheim (Fkm 25,200 bzw. Fkm 27,100) wurden für die geotechnischen Gutachten Rammbohrungen durchgeführt. Im Zuge dessen konnte der Grundwasserspiegel jeweils 3 – 5 m unterhalb der Geländeoberkante (GOK) festgestellt werden (siehe Abbildung 118). Die jeweilige stauende Schicht (unterlagerte Molasse) befindet sich etwa 15 – 16 m unter GOK. Pumpversuche zeigen, dass der Grundwasseraquifer als stark durchlässig einzustufen ist (k_f -Wert für anstehenden Terrassenkies durchschnittlich bei etwa $6,3 \times 10^{-3}$ m/s).

Bohrung	Datum	Wasser nach Bohrende	
		m u. GOK	m ü. NN
BK 1/19	11.10.2019	3,30	515,77
BK 2/19	11.10.2019	3,40	515,53
BK 3/19	14.10.2019	3,85	515,21
BK 4/19	15.10.2019	3,90	514,80
BK 5/19	10.10.2019	3,70	514,90
Wsp. Iller, Oberwasser	10.10.2019	-	519,10
Wsp Iller, Unterwasser	10.10.2019	-	514,86

Abbildung 118: Gemessene Wasserspiegel in den Bohrungen BK1/19 bis BK 5/10 am Wehr Unterbalzheim; Bohrungen oberhalb der Schwelle rot strichliert umrandet, Bohrungen unterhalb der Schwelle orange durchgehend umrandet (aus: Ingenieurbüro Gebler, 2020)

Grundwassermonitoring-Daten vom September 2019 bis April 2020 in den jeweiligen geotechnischen Berichten zur Errichtung der Fischaufstiegsanlage am Wehr Unterbalzheim, Fkm 25,200, bzw. am Wehr Oberbalzheim, Fkm 27,100 (Ingenieurbüro Gebler, 2020) zeigen, dass die Grundwassersituation deutlich von den Querbauwerken beeinflusst ist. Oberhalb der Wehre liegt der Grundwasserspiegel deutlich unterhalb des Iller-Wasserspiegels, unterhalb der Wehre teilweise über dem Iller-Wasserspiegel. Die Situation wandelt sich von einer influenten zu einer efluenten Situation von oberhalb zu unterhalb der Schwellen. Weiter ist gut zu erkennen, dass der Grundwasserspiegel deutlich mit dem Iller-Wasserspiegel korreliert und Veränderungen in der Iller sich zu ca. 60 bis 70% im Grundwasserstand widerspiegeln (siehe dazu Abbildung 119 und Abbildung 120).

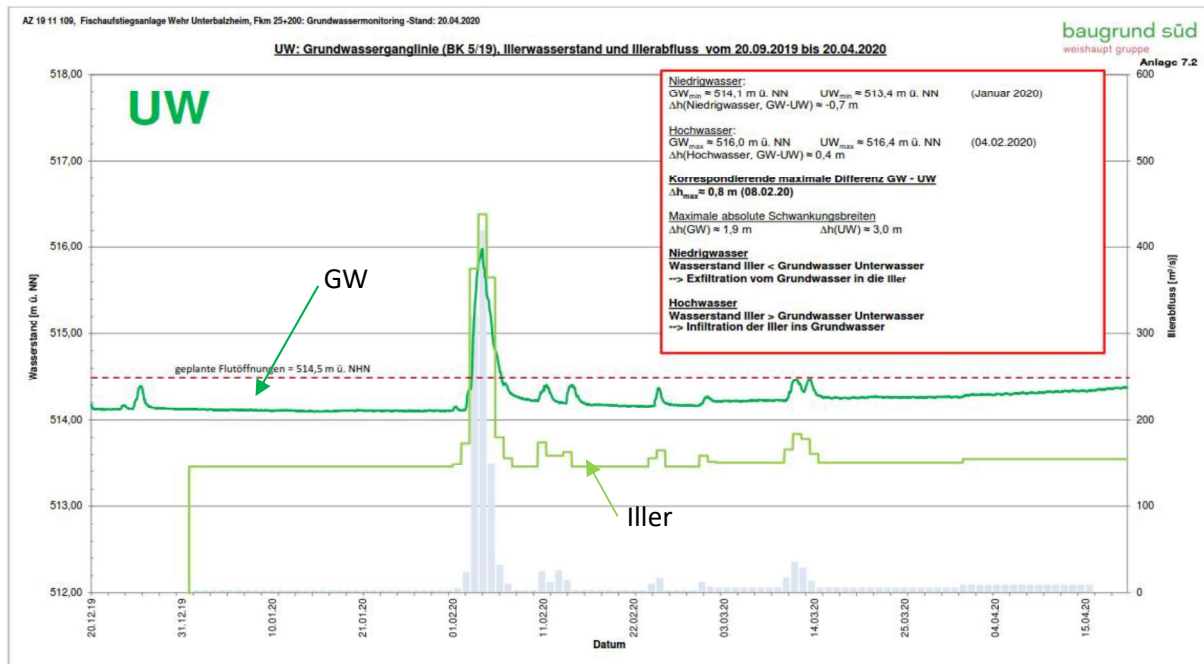


Abbildung 119: Grundwasserganglinie (BK1/19), Illerwasserstand und -abfluss, 20.09.2019 bis 20.04.2020 im Unterwasserbereich des Wehres Unterbalzheim (aus: Ingenieurbüro Gebler, 2020)

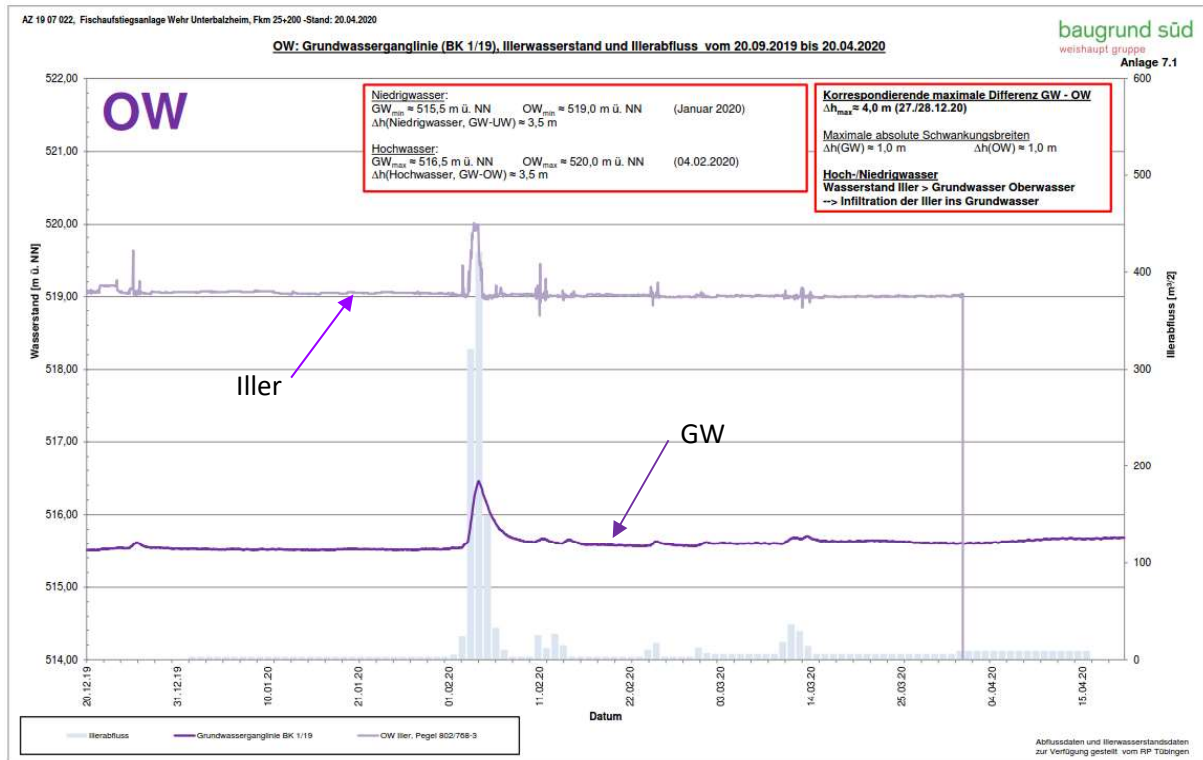


Abbildung 120: Grundwasserganglinie (BK1/19), Illerwasserstand und -abfluss, 20.09.2019 bis 20.04.2020 im Oberwasserbereich des Wehres Unterbalzheim (aus: Ingenieurbüro Gebler, 2020)

5.4.7 Habitate und ökologische Bewertung

Ähnlich wie für die Geometrie des Strömungsmodells (s. 5.3.2) wurden auch für die Abschätzung der Substratverteilung im geplanten Seitenarm Ergebnisse der Strömungsmodellierung verwendet. Aus den Strömungskräften bei erhöhten Abflüssen wurden die transportierten bzw. die nicht in Bewegung geratenden, stabilen Korngrößen abgeleitet. Aus diesen Informationen wurde eine Substratkarte erzeugt. Diese wurde lokal, z.B. im Strömungsschatten von Einzelstrukturen noch über Experteneinschätzung angepasst. Abbildung 121 zeigt die hohe räumliche Auflösung der Substratverteilungskarte, die neben Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten Grundlage für die Habitatmodellierung ist.

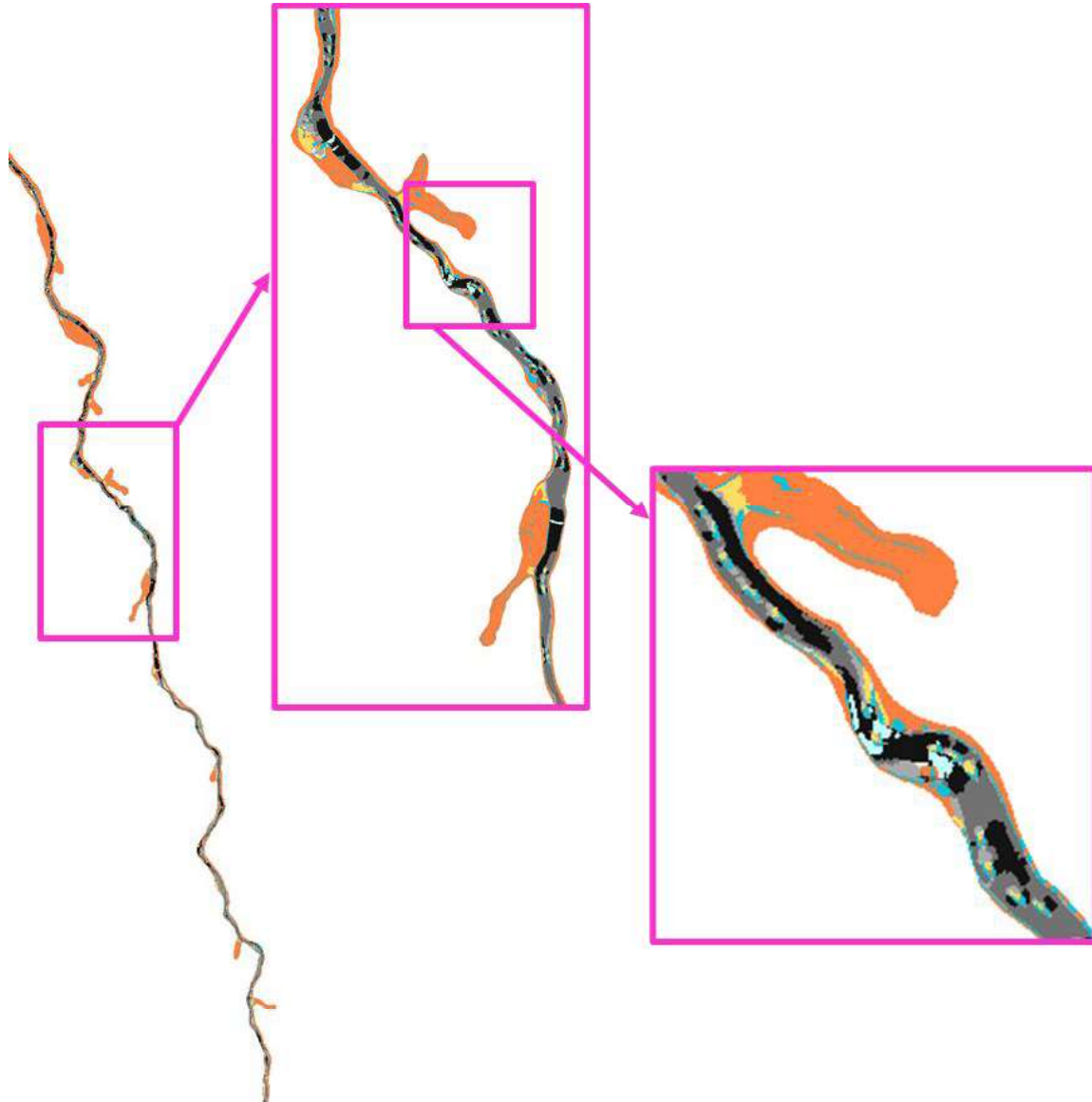


Abbildung 121 Substratkarte für den modellierten Seitenarm, abgeleitet aus Strömungsberechnungen

Zwei beispielhafte Ergebnisse der Habitatmodellierungen, die Habitateignungskarten für laichende Äschen und Äschenlarven, sind in Abbildung 122 dargestellt. Aufgrund der großen Länge des Seitenarms von ca. 3 km ist die räumliche Verteilung im dargestellten Maßstab nicht im Detail zu erkennen. Die Karten geben aber eine Ahnung der Heterogenität der Habitate.

Die darunter dargestellten statistischen Verteilungen der 3 Eignungsklassen "nutzbar" (gelb) bis "gut" und "sehr gut" (grün und blau) zeigen jedoch, dass die guten bis sehr guten Laichhabitate im Umfang deutlich anwachsen mit steigenden Abflüssen, besonders bei Abflussteigerungen von 1,0 auf 1,5 und weiter auf 2,0 m³/s (Abbildung 122 unten links). Die guten bis sehr guten Larvenhabitate wachsen bei Steigerung von 1,0 auf 2,0 m³/s ebenfalls deutlich an und sind darüber nahezu stabil, was auf eine gute Ausprägung der Flachwasserzonen mit geringer Strömung zurückzuführen ist.

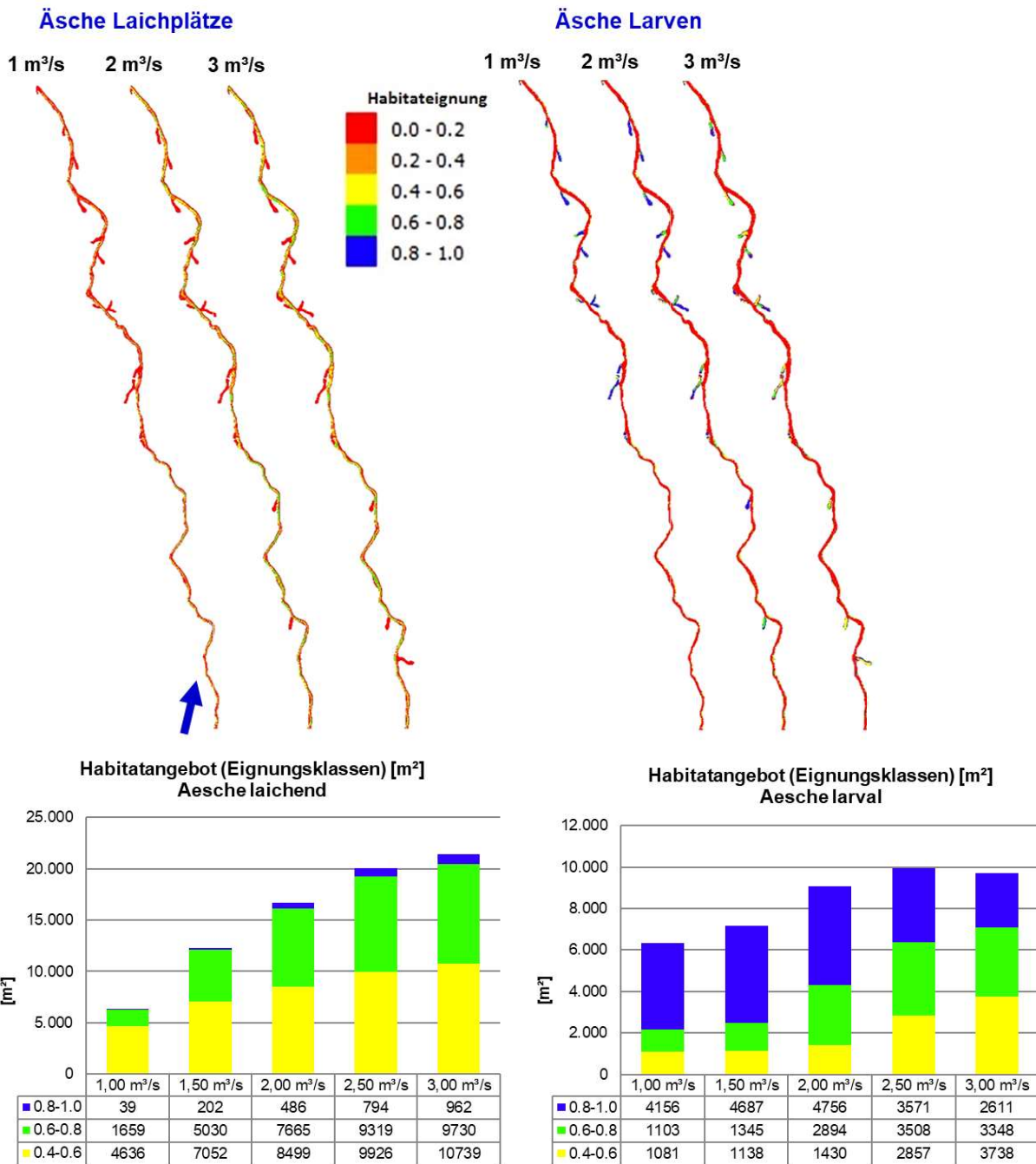


Abbildung 122 Habitateignungskarten und statistische Verteilung der Eignungsklassen in m² (Eignungsklassen 0,4 bis 1,0, „nutzbar“ bis „sehr gut“) für Abflüsse zwischen 1,0 und 3,0 m³/s

Diese Ergebnisse zeigen, dass die Seitenarme für aktuell besonders defizitäre Habitate deutlich positive Auswirkungen haben. Gerade die dargestellten Reproduktions- und Larvalhabitate haben einen entscheidenden Einfluss auf die Etablierung von stabilen Populationen und sind von strukturellen Defiziten in der Iller stark betroffen.

Mit den Seitenarmen können Habitate geschaffen werden, die in ähnlichen Umfang im Iller Mutterbett mittels struktureller Aufwertung (Maßnahmentyp „Aufweitung“, s. Kap. 5.5), Erhöhung des Gefälles (Maßnahmentyp „Absenkung“, s. Kap. 5.2) und Erhöhung des Abflusses kaum nachhaltig zu schaffen sind. Das liegt daran, dass der notwendige Mittel- (0,6 bis 2 cm) und Grobkies (2 bis 6 cm) im Mutterbett mit Flutmuldencharakter sehr schnell wieder ausgetragen wird (s.a. Kap. 5.4.3). Hinsichtlich der Wirkung dieser lokal wiederherstellbaren Habitate auf den gesamten Wasserkörper wird auf Kap. 5.6 verwiesen.

Die Ergebnisse für weitere Arten/Altersstadien und Modellabflüsse sind in der Anlage 9.2 gegeben.

5.4.8 Kostenrahmen

Im hier vorliegenden frühen Planungsstadium eines Planungskonzeptes sind noch viele Unwägbarkeiten und kostenrelevante Faktoren nicht bekannt und es müssen Annahmen getroffen werden, sodass nur eine überschlägige Kostenrahmenermittlung möglich ist.

Der Kostenrahmen für die M42 beläuft sich auf **Brutto-Gesamtkosten von ca. 7,0 – 8,5 Mio. €**. Tabelle 15 zeigt die Aufteilung der wesentlichen Kostenmerkmale des Kostenrahmens für die M42. Die detaillierte Kostenermittlung findet sich in Anlage 9.6. Zu den Unterhaltungskosten gelten die unter Kap. 5.3.6.2 gemachten Anmerkungen.

Tabelle 15: Wesentliche Kostenmerkmale M42 (Nettobaukosten ohne Nebenkosten)

Fällarbeiten, Herrichten	4,00 %	171.528,00 €
Bodenbewegungen	40,00 %	1.945.117,00 €
Baukonstruktionen	20,00 %	950.560,00 €
Steinlieferung und Gewässereinbauten	15,00 %	738.042,20 €
Baustellenallgemeinkosten	6,00 %	282.060,00 €
Abfuhr und Entsorgung	12,00 %	618.800,00 €
Sonstiges	3,00 %	131.925,90 €
Summe	100,00 %	4.888.088,00 €