

Entscheidungshilfswerkzeug zur Auswahl und Priorisierung von Gewässerabschnitten für den Besatz mit Flussperlmuscheln

Wagner, A.¹, Linke, D.¹, Joeckel, L.², Hose, T.¹, Grunicke, F.¹, Berendonk T.¹ & Schmidt, T.²

² WAGU GmbH, Gesellschaft für Wasserwirtschaft, Gewässerökologie und Umweltplanung

¹ TU Dresden, Institut für Hydrobiologie

Auszug

Bei diesem Dokument handelt es sich um einen Auszug aus dem im Rahmen des Projekts ArKoNaVera 2020/21 entwickelten Entscheidungshilfswerkzeug (EHW). Dieser Auszug beschreibt die 2. Stufe (Vor-Ort-Verfahren) des EHW, welche angewendet werden können, wenn bereits eine Vorauswahl von potenziell geeigneten Gewässern und Gewässerabschnitten in einem Einzugsgebiet für die Wiederansiedlung von Flussperlmuscheln erfolgt ist. Diese Stufe des EHW basiert auf der Vor-Ort-Kartierung von für Flussperlmuscheln geeigneten Strukturen bzw. Ausschlusskriterien oder Habitatdefiziten und kann damit auch unabhängig von der EHW-Stufe 1 angewendet werden.

3.2 Einführung in die Kriterien des Verfahrens von EHW-Stufe 2: Vor-Ort-Verfahren

3.2.1 Verfahren EHW Stufe 2.1: Vorauswahl von sehr guten bis guten Gewässerabschnitten mit einer Länge von mind. 500 m

QGIS-Karten aus Verfahren 1	Vorauswahl von sehr guten bis guten Gewässerabschnitten mit einer Länge von mind. 500 m
------------------------------------	--

Für alle im Ergebnis des Verfahrens 1 (GIS-Modell) als sehr gut oder gut bewertete 100 m-Gewässerabschnitte erfolgt jeweils die Berechnung (Kumulation) der zusammenhängenden, mit „sehr gut“ oder „gut“ bewerteten Gewässerstrecke. Für die weiteren Schritte des EHW-Verfahrens 2 werden nur die Gewässerabschnitte betrachtet, die ohne Unterbrechung auf einer Fließstrecke von mind. 500 m mindestens mit gut bewertet wurden.

3.2.2 Verfahren EHW Stufe 2.2: Begehung zur Erfassung von Beeinträchtigungen

Begehung zur Erfassung von Beeinträchtigungen	Prüfung der Ergebnisse des Verfahrens 1 anhand von Auswertungsbogen und Prüf-Parametern Liste mit 10 Ausschlusskriterien
--	---

Im zweiten Schritt werden potenziell geeignete Abschnitte aus dem Verfahren 2.1 mit Hilfe eines Prüfbogen vor Ort auf die Richtigkeit der Datengrundlage in QGIS überprüft, um eventuelle zeitliche Veränderungen oder Ungenauigkeiten bei den Datenerfassungen auszuschließen. Dazu liegen für jeden Abschnitt Angaben zu den Prüf-Parametern vor. Diese sind Warnhinweise, um potenzielle Bedrohungen der Abschnittseignung z.B. aufgrund oberhalb befindlicher Kläranlagen oder Ackernutzungsflächen im Gewässerumfeld der Seitengewässer zu prüfen.

Zusätzlich werden weitere über GIS-Karten nicht prüfbare (aber für die FPM) wichtige Gefährdungsfaktoren als Ausschlusskriterien im/am Gewässer erfasst (Kartier- und Auswertungsbogen siehe Anhang 1).

(A) Kriterien

Erfassung von erheblichen Beeinträchtigungen anhand von 10 Ausschlusskriterien auf Gewässerstrecke von 1-3 km, die ein Defizit (Gefährdungsfaktor für FPM) in Bezug auf die Eignung als FPM-Gewässer zum Zeitpunkt der Begehung aufzeigen:

1. Tiefer schlammiger Pool
2. Lange, sehr flache Rifflezone
3. Hohes unterhöhltes Ufer bzw. Uferabbruch im Zusammenhang mit Nutzung
4. Größere Flächen mit offen liegendem Erdreich oder Ackernutzung
5. Einleitungen mit schlechterer Wasserqualität und / oder starker Sediment-Eintrag (z.B. aus Zuflüssen, Dränagen, Abwasserreinigungssysteme, Kläranlagen, Gewässern mit Badenutzung, Bergbau, Teichen, [Wald-] Wege, Baustellen)
6. Hindernisse im Gewässer (Wasserkraft, Querbauwerke, Damm)
7. Partielle Austrocknung des Gewässers
8. Fichtenmonokultur ohne Krautschicht
9. Prädation, z.B. durch Bisam, Waschbär, Mink, Nutria (Hinweis durch Schalenfunde)
10. Gewässerunterhaltung/-ausbau (künstlich veränderte Abflussregulierung, Uferverbau, Grundräumung etc., künstliche Sohlbefestigung)

Im Folgenden erfolgt eine detaillierte Beschreibung **der 10 potentiellen Ausschlusskriterien**. Anhand dieser Liste wird vor-Ort direkt entschieden, ob neben dem Gewässerabschnitt mit dem Ausschlusskriterium eine zusätzliche Gewässerstrecke oberhalb oder unterhalb als Habitat für eine nachhaltige Auswilderung ausgeschlossen werden müssen.

1. Tiefer schlammiger Pool

Ein großer, sehr tiefer Pool mit sandig-schlammigem Substrat und relativ steilem Ein- und Ausgang wirkt als Sedimentfang und würde auch verdriftete Muscheln aufhalten. Verdriftete FPM können im Pool versanden und ersticken. Das Substrat im Pool besteht zwar aus (Grob)Kies, welcher aber meist von Schlick, Schluff und Sand überlagert wird. Wenn man in den Pool tritt, entsteht eine für das Gewässer ungewöhnlich starke braune Sedimentfahne, welche aufgrund der geringen Fließgeschwindigkeiten (über der Gewässersohle oft $<0,05$ m/s) lange im Pool verweilt. Verschlammte Pools führen zur Sauerstoffzehrung und damit zu erhöhter Mortalität infolge von Sauerstoffmangel bei den FPM. Um die Wahrscheinlichkeit einer Verdriftung der FPM in einen solchen Pool zu minimieren, soll eine minimale Entfernung von 100m oberhalb eines solchen Pools als Bereich für eine Auswilderung ausgeschlossen werden.

Da ein großer Pool allerdings auch als Quelle für Primärproduktion fungiert und viele heute noch reproduzierende Population unterhalb von Seen angesiedelt sind, muss unterhalb eines Pools keine Teilstrecke ausgeschlossen werden.

Mindestens drei der folgenden Ausschlusskriterium müssen zutreffen, um den Pool als Auswilderungstrecke auszuschließen

- Boden nicht grobkiesig (sondern schlammig, stark sandig oder mit organischem Material bedeckt)
- steiler Ausgang (verhindert Migration oder Drift der FPM aus Pool)
- keine oder sehr schwache Strömung
- hohe Verweilzeit einer Trübungsfahne im Pool.



Abbildung 1 : Links: tiefer schlammiger Pool mit unterkolkter Uferzone nach geschotterter Furt. Rechts: großer, tiefer Pool mit beinahe stehendem Wasser

2. Lange, sehr flache Rifflezone

Wenn sich der Fluss auf ein flaches (Wassertiefe <10 cm (bei NMQ)), breites und steinigtes Bett ausdehnt, welches über keine eingetieftete Fließrinne verfügt, sollte dieser Bereich nicht für die Auswilderung vorgesehen werden. Riffle tragen zwar Sauerstoff in das Gewässer ein, können allerdings bei Niedrigwasser während des Sommers schnell trockenfallen. Zusätzlich verhindert in der Regel die Substratzusammensetzung (Steine, Steinplatten, mit wenig feinkörnigem Material) eine vertikale Wanderung der FPM. Im

Winter ist in solchen Bereichen die Wahrscheinlichkeit für eine Grundeisbildung erhöht, durch welche Muscheln geschädigt werden könnten.

Wenn der Riffle eine Fließstrecke von > 10m einnimmt und mindestens drei der folgenden Kriterien erfüllt, eignet sich dieser Abschnitt nicht für die Auswilderung. Folgende Kriterien gelten:

- Riffle führt über Grobkies/Steine mit wenig Feinkies / Sand, teilweise überlagernde Platten
- breites Bachbett (im Vergleich zur sonstigen Gewässermorphologie) ohne ausgeprägte Fließrinne
- geringe Wassertiefe (bereits im Frühling / Frühsommer, im Vergleich zu MNQ))

Es werden keine Bereiche ober- oder unterhalb eines Riffles ausgeschlossen.

3. Hohes unterhöhltes Ufer bzw. Uferabbruch im Zusammenhang mit Nutzung

Wenn das Bachbett eine tiefe Fließrinne ausweist, welche sich aber an bzw. unter einen nicht stabilen Prallhang verlagert hat, sollte dieser Bereich für die Auswilderung ausgeschlossen werden. Da sich die Muscheln oftmals in der Fließrinne in Runbereichen ansammeln, können durch Uferabbrüche oder in das Gewässer abreichende Wiesenplatten (insbesondere bei Nutzung des Gewässerrandstreifens als Weideland- oder Grünland die Flussperlmuscheln erstickt werden). Dieses Kriterium ist besonders wichtig in Bereichen, in welchen der Prallhang durch stark komprimierte Feinsedimente gebildet wird (z.B. Ton, Lehm). Wenn die Fließrinne bereits große Brocken oder dicke Schichten an Abbruchsedimenten aufweist, gilt dies auch als Ausschlusskriterium. Trifft dieses Ausschlusskriterium zu, sollten oberhalb des Prallhanges 100m ebenfalls als Auswilderungsstrecke ausgeschlossen werden. Die Teilstrecke sollte ausgeschlossen werden, wenn der Prallhang eine Länge von 5m überschreitet und mindestens eines der drei Kriterien erfüllen.

- stark unterhöhlte Uferkante, nicht ausreichend durch Bewuchs stabilisiert, hohe Kante (hohe Wahrscheinlichkeit für Uferabbruch)
- Gewässersohle bereits mit Lehm oder Vegetationsmatten bedeckt
- Bewirtschaftung (auch extensive Wiese oder Weide) bis an die Gewässerkante an einem Prallhang.



Abbildung 2 : oben-links: Prallhang in der gesamten Außenkurve eines Mäanders bei hohem Wasserstand, oben rechts: Abbruch im selben Mäander wie oben-links und hereingebrochener Weidezaun, unten-links: Gewässerbett beinahe vollständig mit Lehm überlagert aufgrund von Abbruch und der Verlagerung des Bachbetts, mitte-rechts: herunterhängender Grassoden, unten-rechts: ca. 40cm tief unterspülte hohe Abbruchkante mit Grassoden

4. Größere Flächen mit offen liegendem Erdreich

Bereiche ohne Bewuchs, welches mit Gefälle in Bachnähe ansteht, wie beispielsweise, gepflügter Boden, Baustellen, Erdhaufen, Schotterstraßen, Wildschweinsuhlen, intensiv genutztes Weideland usw. sind auszuschließen. (Stark)regenereignisse führen hier aufgrund der erhöhten Erosion zu einem hohen Eintrag von Feinsedimenten in das Gewässer. Zusätzlich sollten geplante oder derzeitige Baustellen beim zuständigen Amt erfragt werden. Hier müssen die Gewässerstrecken 100m unterhalb und oberhalb dieser Stelle ausgeschlossen werden.



Abbildung 3 : Links: Bach liegt direkt an der Abrutschkante einer Forstweges an, Einspülen von Schotter etc. muss vermutet werden oder erneute Schotterung durch Abtragung. Rechts: Wildschweinsuhle direkt am Bach durch hohen Wasserstand überflutet, hoher Eintrag an Feinsedimenten.

5. Einleitungen mit schlechterer Wasserqualität und / oder starker Sediment-Eintrag (z.B. aus Zuflüssen, Drainagen aus der Landwirtschaft, Abwasserreinigungssysteme, Kläranlagen, Gewässern mit Badenutzung, Bergbauabwasser oder Drainagen von Halden, Teichen mit Fischwirtschaft, [Wald-] Wege, Zuchtanlagen (z.B. Gänse), Entwässerungen von Parkplätzen, Bereiche mit starken Run-off von Straßen)

Hier müssen die Gewässerstrecken 100m unterhalb der Einleitung ausgeschlossen werden. Dieser Abstand kann im Einzelfall aufgrund der Verschmutzung und des Anteils der Einleitung variieren und in Einzelfällen auch deutlich länger sein. Bei der Prüfung inwieweit ein Einfluss auf das Gewässer zu erwarten ist, sollten primär folgende Parameter geprüft werden: Trübung der Einleitung, NH₄-N, o-PO₄, BSB₅ und/oder Sauerstoff, Leitfähigkeit, pH-Werte, Wassermenge im Verhältnis zum Hauptstrom), evtl. Cadmium (Bergbau). Der Fokus sollte hier vorallem auf Phasen mit Niedrig- und Hochwasser (nach Starkregenereignissen) liegen. Es sollte geprüft werden, inwieweit eine Analyse der Wasserqualität auch im Auswilderungsgewässer notwendig ist, da beispielsweise der Zufluss /Einleitung auch nach 100m noch einen signifikanten Einfluss auf das Gewässer haben kann. Sofern ein negativer Einfluss auf das Gewässer nachweisbar ist, ist eine Defizitanalyse notwendig, um die punktförmige oder diffuse Quelle (z.B. Erosionsgefährdete Abflussbahnen) für den Eintrag zu identifizieren und durch gezielte Managementmaßnahmen zu beheben.

6. Hindernisse im Gewässer (Wasserkraft, Querbauwerke, Damm)

Hier sollen Querbauwerke erfasst werden, die eine Durchgängigkeit des Gewässers verhindern. Einen Überblick über vorhandene Querbauwerke in Sachsen gibt die Querbauwerksdatenbank (Stand 11/2019, https://www.smul.sachsen.de/Wehre/QBW_Suche.aspx?Report=QBW_Daten).

Querbauwerke und Rückstau stören die Kontinuität im Gewässer und schränken u.a. die Wanderung der Bachforellen ein und können auch zur Falle für verdriftende FPM werden. Die negativen Auswirkungen von Querbauwerken lassen sich zum einen darauf

zurückführen, dass die oberhalb liegenden Gewässerabschnitte beruhigt werden und den Fließgewässercharakter verlieren.

Hindernisse, die keine vollständige Barrikade im Gewässerquerschnitt bilden sind davon ausgenommen, da die Wanderung der Bachforellen dadurch nicht eingeschränkt wird und als positiver Effekt Unterstände für die Fische entstehen. Darüber hinaus kann die Sedimentation und der Rückhalt von Feinsediment und Sand aus der Wassersäule verstärkt werden. Daher sind Längs- und Querbauwerke immer auch hinsichtlich ihrer potenziellen Wirkung auf die Eintiefung der Gewässer und die Anbindung an Seitengewässer zu bewerten. Entscheidend für den Ausschluss des Gewässerabschnitts ist die Vor-Ort Prüfung der Wirkung des Querbauwerks auf die Durchgängigkeit des Gewässers. Bei Vorhandensein eines intakten Querbauwerks sollte auch der Abschnitt 200-300m oberhalb ausgeschlossen werden.

Ein besonders extremes Hindernis bildet eine Talsperre. Zum einen verhindert eine Talsperre die Wanderung der Bachforelle und damit den Populationsverbund. Zum Zweiten führen Talsperren im Unterlauf auch zu Änderungen des Abflusses, Wassertemperatur (zu kalt) und chemisch-physikalischen Eigenschaften des Wassers (wie pH, Leitfähigkeit, TP, NH₄), welches in der Regel aus dem kalten Tiefenwasserabfluss (aus Hypolimnion) resultiert. Hier muss individuell festgestellt werden, welche Fließstrecke ober- und unterhalb einer Talsperre als Auswilderungsstrecke ausgeschlossen werden muss. Andererseits ermöglicht eine Talsperre aber auch eine effektive Trennung zwischen zwei genetischen Bewirtschaftungseinheiten von FPM innerhalb eines Fließgewässers.

7. Partielle sommerliche Austrocknung

Durch den Klimawandel treten immer häufiger extreme Hitzewellen auf. Gleichzeitig sinkt der Niederschlag im Sommer. Aus diesem Grund trocknen in den letzten Jahren immer öfter Gewässerabschnitte insbesondere in den Oberläufen aber auch in den Mittelläufen kleinerer Fließgewässer abschnittsweise aus oder bestehen nur noch aus einigen mit Wasser gefüllten, aber kaum durchströmten Pools. Als kritisch gilt in den kleineren Mittelgebirgsbächen eine Abflussmenge < 10 Liter/s. Sollte dies für Abschnitte im Rahmen der sommerlichen Begehung beobachtet werden oder von Vorjahren bereits bekannt sein, dann muss dieser Bereich großflächig ausgeschlossen werden.

Eine Austrocknung kann auch infolge der Aktivität von eingewanderten Bibern (Biberbau) eintreten. Daher sollte der Lebensraum einer Biberfamilie auch als Auswilderungsabschnitt gemieden werden. Es ist zu beachten, dass mit der gemeinsamen Nutzung eines Lebensraums durch FPM und Biber zwei Verantwortungsarten mit hohem Schutzstatus zusammentreffen, wobei es kaum nachhaltig möglich ist, die Absperrung des Gewässers durch Biberbau wirksam zu verhindern.

Darüber hinaus sollten bei der Begehung auch evtl. Wasserentnahmen Dritter oder Stellen, an denen Vieh (Kühe, Schafe) Zutritt zum Gewässer haben und dieses (zeitweise) als Tränke nutzen, protokolliert werden. Ein Wasserentnahmeverbot jeglicher Art muss bei Niedrigwassersituationen und in FPM Gewässern generell verbindlich geregelt sein.

8. Prädation, z.B. durch Bisam, Waschbär, Mink, Nutria (Schalenfunde)

Sollte bekannt sein, dass Abschnitte des Gewässers Populationen an Bisamratten (*Ondatra zibethicus*), Waschbären (*Procyon lotor*), Mink oder Nutria beherbergen, welche die Muscheln schädigen oder sogar töten könnten, sollten diese Bereiche ebenfalls ausgeschlossen werden. Zum Ausschluss einer solchen Gefährdung sollte verstärkt auf Schalenreste in Ufernähe geachtet werden. Bisamratten können als Prädator für eine erhöhte Muschelmortalität verantwortlich sein, wobei sie große, alte Perlmuscheln offenbar nicht öffnen können, so dass adulte FPM keinem Fraßdruck unterliegen (BayLfU 172, 2003). Ein zusätzliches Problem können Bisamratten verursachen, in dem diese Erosionsschäden auslösen.

Für juvenile FPM stellt des Weiteren der Schneckenegel (*Glossiphonia complanata*) eine Gefährdung dar. Diese werden im Rahmen der Qualitätskomponente MZB bei der Beprobung der Gewässer erfasst und können darüber hinaus bei gehäuftem Auftreten auch makroskopisch am Rande der Gewässer, unter Steinen oder an Wasserpflanzen beobachtet werden. Ein Ausschluss des Gewässerabschnitts sollte auch erfolgen, wenn die als Zwischenwirt fungierende Wasserschnecken *Potamopyrgus antipodarum* und *Radix peregra* in größerer Dichte vorhanden sind (makroskopisch an Ufer und auf Steinen zu erkennen).

9. Gewässerunterhaltung/-ausbau (künstlich veränderte Abflussregulierung, Uferverbau, Grundräumung etc., künstlichen Sohlbefestigungen)

Seitenbauwerke verändern die Fließgeschwindigkeit des Wassers, haben z.T. aber auch – zumindest mittelbar – Auswirkungen auf die Sohl- und damit Sedimentstruktur. Künstliche Sohlbefestigungen (auch mit Naturstein) verhindern die vertikale Wanderung der FPM. Grundberäumungen können zum Austrag und damit Verlust der FPM (vor allem auch der juvenilen FPM) führen.

10. Beidseitig Fichtenmonokultur ohne Krautschicht

Da eine Fichtenmonokultur die Ufererosion vor allem nach der Holzentnahme erhöht (Rosén et al. 1996), den Boden als auch das Wasser versauert und keine Nahrungsgrundlage für die FPM bietet (Jensen 2007), sollte erst 100m oberhalb einer Nadelbaummonokultur ausgewildert werden. Dies trifft allerdings nur zu, wenn Nadelbäume an beiden Ufern bis an die Wasserfront herantreten und über keinen deckenden Unterwuchs (Kraut oder Moosschicht) verfügen.

(B) Vorgehens bei Prüfung (Technische Umsetzung) und Bewertung

Der potentiell geeignete Streckenabschnitt wird zunächst mit der QGIS-Karte aus Stufe 2.1 vor-Ort in Übereinstimmung gebracht. Für Start und Ende des Gewässerabschnitts werden die Koordinaten aufgenommen. Der zu prüfende Streckenabschnitt wird entsprechend der Koordinaten entweder vom Ufer oder aus dem Gewässer heraus abgelaufen, um die Prüf-Parameter sowie Ausschlusskriterien zu erfassen und Lage und Länge der Strecke der Beeinträchtigung im Protokollbogen zu vermerken. Die Koordinaten werden jeweils mit einem GPS-Gerät eingemessen und als Punkte eingegeben.

Sofern sich die Einmessung mit dem GPS-Gerät als zu ungenau erweist, kann die Lage der Ausschlusskriterien auch über eine Streckenmessung mit einem Lasermessgerät (z.B. GLM 50C, Bosch) erfasst und im Protokoll notiert werden. Besonders effizient ist diese Methode, wenn die Begehung durch zwei Personen erfolgt, die am unteren Ende des Abschnittes beginnend fortlaufend die Entfernungen (als gerundete Meterangabe) messen, dokumentieren und über den untersuchten Gewässerabschnitt kumulieren (jeweils als Abstand zwischen den zwei Personen bzw. einer weißen Fläche und der Person mit dem Laser). Als sehr praktikables Tool erwies sich Locus Map von Asamm Software. Mithilfe dieser App konnten auf der Karte Fotopunkte zur Markierung der Gewässerabschnitte und Notizen gesetzt werden.

Bei der Begehung wird ein Kartier-/Auswertungsbogen mitgeführt (optimal auf Tablet), in dem zu jedem Ausschlusskriterium jeweils die Strecke, für welche dieser zum Tragen kommt, notiert wird. Diese Tabelle wird in eine Stapelsäule überführt aus der visuell erkennbar ist, welcher Gewässerabschnitt die beste Eignung für die Auswilderung aufweist. Folgende Kriterien sind bei der Auswahl des Gewässerabschnitts von Bedeutung:

1. Alle Prüf-Kriterien sind erfüllt
2. Keine Ausschlusskriterien bzw. Ausschlussstrecken ober- oder unterhalb eines solchen Kriteriums
3. Es liegt eine unterbrechungsfreie Fließstrecke von 100-300m vor.

Sollte keine solche unterbrechungsfreie Gewässerstrecke vorhanden sein, müssen die identifizierten Ausschlusskriterien dahingehend priorisiert werden, inwieweit diese durch adäquate Managementmaßnahmen beseitigt werden können. Über eine entsprechende Defizitanalyse werden Maßnahmen priorisiert in Bezug auf ihren Wirkungsgrad für eine Optimierung der Gewässerstrecke als Auswilderungsgewässer.

(C)Ergebnis:

Beispielhafte Darstellung des Ergebnisses zu EHW-Stufe 2.2 für einen aus Verfahren 1 für die Auswilderung priorisierten 1,2 km langen Gewässerabschnittes

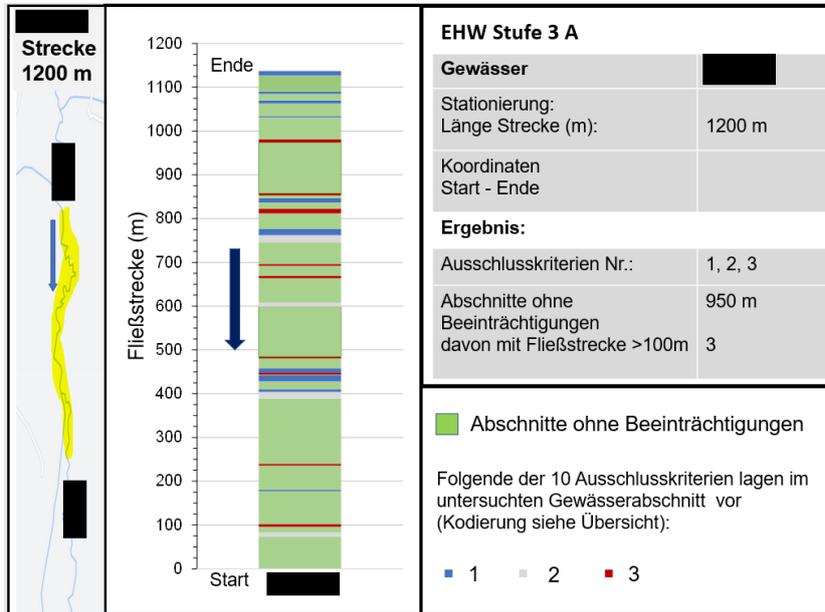


Abb. 3. Ergebnis der **EHW Stufe 2.2 am Beispielgewässer**

Das EHW kann neben der Auswahl und dem Ranking der Habitateignung für die Auswilderung der FPM auch angewandt werden,

- um Gewässerabschnitte zu identifizieren, die potentiell geeignet sind, aber noch Defizite aufweisen (Bewertung mit mäßig)
- zur Ausgabe und zum Ranking der Defizite, weshalb ein Gewässerabschnitt derzeit nicht geeignet ist und damit zur Ableitung und Priorisierung von effizienten Maßnahmen.

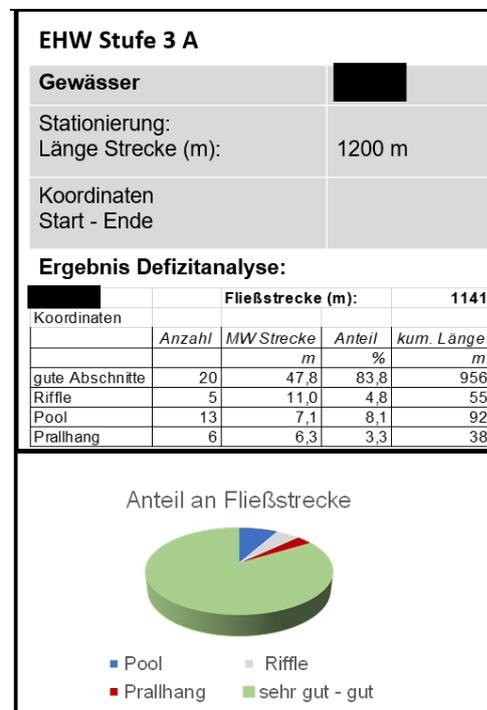


Abb. 4. Ergebnis der Defizitanalyse in **Stufe 2.2 am Beispielgewässer**

3.2.3 Verfahren EHW Stufe 2.3: Ranking der Gewässerabschnitte anhand von 14 Kriterien anhand einer Kartieranleitung und Bewertungsskala

Kartierung von 25 m-Teilabschnitten	Ranking der Gewässerabschnitte anhand von 14 Kriterien anhand einer Kartieranleitung mit 3-stufiger Bewertungsskala
--	--

In EHW Stufe 2.3 erfolgt für potentiell geeignete Gewässerabschnitte mit einer Länge >100-300 m eine Bewertung anhand eines 14-punktigen Kartierbogens jeweils für 25 m-Teilabschnitte mit dem Ziel ein Ranking der Eignung der Makrohabitate zur Auswilderung der FPM durchzuführen. Bei der Auswahl der Kriterien für die Kartierung und die Definition der Bewertungen (A-C) ist zu beachten, dass das ausgewählte Makrohabitat in gleicher Weise eine geeignete Habitatqualität für juvenile als auch adulte Flussperlmuscheln und Bachforellen aufweisen muss.

(A) Kriterien

Tabelle 1: Bewertungsbogen für Stufe 2.3 (Vor-Ort-Kartierung), jeweils für 25m-Teilabschnitt

Gewässer Abschnitt:	Koordinaten: Datum:	Anmerkungen:	
Kriterium	Sehr guter Zustand (A)	Guter-mäßiger Zustand (B)	Schlechter Zustand (C)
1. Fließrinne			
2. Gewässer-morphologie			
3. Substratzusammensetzung			
4. Sand/ Schluff /Ton-Auflage			
5. Feinsediment im Lückensystem			
6. Durchlässigkeit der Gewässersohle			
7. org. Speicher (z.B. Falllaub)			
8. Trophieanzeiger (z.B. Fadenalgen)			
9. Aquatische Makrophyten			
10. anthropogene Strukturen			
11. Uferstabilität			
12. Ufernutzung			
13. Uferbewuchs (Bäume)			
14. Uferbewuchs (Krautschicht)			

Im Folgenden werden die Kriterien im EHW-Verfahren 2.3 sowie die jeweils 3-stufige Bewertungsskale erläutert.

1. Fließrinne

- a. ausgeprägte Fließrinne: mittig oder vor stabilen Prallhang; Wassertiefe bei MNQ >30cm
- b. erkennbare Fließrinne vorhanden (auch bei gerader Fließstrecke), wenn Lage an Prallhang muss Prallhang stabil sein oder schmales Bachbett und Runbereich
- c. Keine erkennbare Fließrinne oder Bachbett breit und ohne Tiefenvarianz oder unter Prallhang verlagert, wo Abbrüche erkennbar

2. Gewässermorphologie

- a. Naturnah, strukturreich, mäandrierend, große Tiefen- und Breiten-Varianz / geringe Eintiefung, Totholz u.ä. vorhanden
- b. Teilweise ausgebaut, Tiefen- und Breiten-Varianz abschnittsweise vorhanden, Totholz u.ä. vorhanden
- c. Natürliche Struktur anthropogen überprägt, z.T. stark eingetieftes / homogenes Bachbett, kaum Mäander

3. Substratzusammensetzung

- a. gut sortiert aus Sand und Kies mit (vereinzelt) großen Steinen zur Erhöhung der Sohlstabilität des Kieses bei HQ10-100, (auf mindestens 40% der Gewässersohle, Zielwert: $d_{50} = 4-20\text{mm}$)
- b. Kies nur wenige größere Steine auf mindestens 40% der Gewässersohle, dennoch Sohlstabilität bei HQ10 gewährleistet
- c. Substrat besteht auf mindestens 80% der Gewässersohle aus Steinen oder auf mindestens ca. 40% der Gewässersohle aus Feinkies/ Sand/ Schluff /Ton ($d_{50} < 1\text{mm}$) mit geringer Sohlstabilität

4. Sand/ Schluff /Ton-Auflage

- a. Kein Sand/ Schluff /Ton in der Stromlinie, wenig in strömungsberuhigten Bereichen
- b. Kein Sand/ Schluff /Ton in der Stromlinie aber größere Ansammlungen in strömungsberuhigten Bereichen
- c. Sand/ Schluff /Ton in der Fließrinne (kleiner Bereich bereits ausreichend)

5. Feinsediment im Interstitial (anorganischen und organischen Ursprung) (Prüfung im Runbereich)

- a. Keine oder leichte ($\text{NTU} < 20$) schnell wegtreibende Trübungsfahne beim Auftreten oder beim leichten Stochern mit Schuhspitze in Substrat
- b. Leichte schnell wegtreibende Trübungsfahne beim Auftreten, starke ($\text{NTU} \gg 20$) Fahne beim Stochern mit dem Schuh, welche aber schnell abtransportiert wird
- c. Starke Trübungsfahne ($\text{NTU} \gg 20$) schon beim Auftreten, welche lange im Freiwasser verweilt oder wenn permanenter Nachschub aus Sediment

6. Durchlässigkeit der Gewässersohle versus oberflächliche Sedimentverfestigung

- a. Einstechen einer Metallstange (d = 14mm) in Substrat bis in 10cm Sedimenttiefe in den Zwischenräumen der größeren Steine ohne größeren Widerstand möglich, keine lehmigen Zwischenschichten, keine starke oberflächliche Kolmation (gilt für >50% der Stellen)
- b. Einstechen der Metallstange (d = 14mm) bis in 5cm oder bis in 10cm Sedimenttiefe möglich, aber lehmige Schichten (mind. 50% der Stellen)
- c. Einstechen der Metallstange nicht möglich (<5cm) aufgrund der Verschachtelung der Steine oder durch starke Kolmation

7. Organische Speicher (z.B. Falllaub)

- a. keine verklumpten Ansammlungen von Blättern oder Zweigen / Ästen im Gewässer,
- b. zahlreiche kleine oder auch wenige große Ansammlungen von terrestrischem Material (vor allem Blättern) in strömungsberuhigten Bereichen oder in leicht gestauten Bereichen
- c. Große Blattansammlungen, die sehr Lagestabil sind (auch in Runbereichen) und so Muscheln überlagern könnten,

8. Trophieanzeiger (z.B. Fadenalgen)

- a. Keine Fadenalgen vorhanden
- b. Wenige kleine Fadenalgen, kein großflächiger Bewuchs der Sohlstruktur
- c. >30% der Gewässersohle bzw. Strukturelemente mit Fadenalgen bewachsen inklusive Ablösung der Algenmatten und Sauerstoffzehrung (oft nur kurzzeitig)

9. Aquatische Makrophyten

- a. <3% der Gewässersohle mit Makrophyten bedeckt
- b. 3<10% der Gewässersohle mit Makrophyten bedeckt
- c. Sohle >10% mit Makrophyten bewachsen

10. Anthropogene Strukturen (außer Weidezaun)

- a. Keine anthropogenen Strukturen im Gewässer oder am Ufer erkennbar
- b. Überreste von anthropogenen Strukturen (z.B. Reste von Querbauwerken) welche allerdings den Durchfluss nicht beeinträchtigen und keine Wanderhindernis für Fische oder MZB bilden
- c. Anthropogene Strukturen (z.B. Uferverbau) oder teilweise mit Naturstein oder anderweitig befestigte Gewässersohle vorhanden

11. Uferstabilität

- a. Hoch, Ufer aus Kies mittlerer Körnung entweder frei oder mit Bewuchs, seicht abfallend in Gewässer, ohne abrupten Abbruch oder durch Bewuchs gut stabilisierter Prallhang
- b. Vorhanden, Gleithang stabil, Prallhang- Ufer mit hoher, aber nicht unterspülter Abbruchkante, nur teilweise durch Bewuchs stabilisiert
- c. Ufer mit hoher, bereits leicht unterspülter Abbruchkante, oder hohe Lehmwand, Abbruch wahrscheinlich oder bereits erkennbar oder Tiertritt durch Wildwechsel erkennbar

12. Nutzung von Ufer und Aue

- a. Gewässeraue ohne augenscheinliche Nutzung (z.B. Überschwemmungsbereich) oder Feuchtwiese mit extensiver Nutzung (Wiesenmahd 1-2mal im Jahr), beidseitig mindestens 10m
- b. Gewässerrandstreifen ohne Nutzung, daran anschließend extensive Weidenutzung ohne Zugang zum Bach für das Vieh, Abtreten des Ufers durch Weidezaun (>5 m vom Ufer entfernt) nicht möglich oder extensiv genutztes Grünland (bis >5 m von Ufer)
- c. Schmäler Gewässerrandstreifen (<2m) oder kein Gewässerrandstreifen, Beweidung oder Grünland grenzt unmittelbar an Gewässer

13. Uferbewuchs - Baumbestand

- a. Ufer locker, aber bestandsbildend mit Laubbäumen (vorallem Weiden (*Salix sp.*) und Erlen (*Alnus sp.*)) bewachsen, Optimum einerseits zwischen Beschattung (geringe Primärproduktion im Gewässer) und Sonnenbereichen (Erwärmung des Gewässers auf 15°C) und ausreichende Menge an anfallender allochtoner Nahrung, ohne Blattverklumpungen im Gewässer auszulösen
- b. Ufer locker mit Laubbäumen bewachsen, welche typischerweise Fließgewässer säumen, Erle und Weide allerdings nicht bestandsbildend
- c. Ufer mit Fließgewässer untypischen Laubbäumen bewachsen (Ahorn, Eichen, Birken etc.) oder sehr hoher Anteil Fichten (Nadelbäume) oder kein Baumbestand (und damit keine Beschattung des Gewässers)

14. Uferbewuchs - Krautschicht

- a. Überschwemmungswiesen, bestandsbildend u.a. calciumreiche und leicht abbaubare Pflanzen des Fuchsschwanz-Typ mit Vorkommen Rispengras, Wiesen-Fuchsschwanz, Rohrglanzkraut (*Phalaris arundinacea*) und submerser Vegetation (Wechselblütige Tausendblatt, Wasserstern), keine Neophyten
- b. Gewässerrand mit Fließgewässer typischen Arten bewachsen, Rohrglanzgras allerdings nicht bestandsbildend, Feuchtwiesen erst bei HQ>10, Neophyten (wie Drüsiges Springkraut) stellenweise vorhanden
- c. entweder anthropogen geprägter Uferstreifen (z.B. Rasen), Standort untypische Pflanzen wie Binsen, Neophyten (z.B. Drüsiges Springkraut) oder Nährstoffzeiger (z.B. Brennnessel) Bestandsbildender Uferbewuchs

(B) Vorgehens bei Prüfung (Technische Umsetzung) und Bewertung

Die Bewertungseinheit bilden Teilabschnitte mit einer Fließstrecke von 25 m. Für jeden 25-m Abschnitt wird für jedes der im Protokollbogen aufgeführten Kriterien eine Bewertung durchgeführt und im Protokoll ankreuzt. Sofern nicht anders vermerkt, gilt das Kriterium als erfüllt, wenn es für eine Fläche von mehr als 50% des 25m-Teilabschnittes zutrifft.

Die Bewertung der Habitatqualität der 25 m-Abschnitte erfolgt anhand eines dreistufigen Systems, in welchem (A) einen für die Auswilderung dauerhaft sehr guten bzw. (B) guten Zustand bzw. mäßigem Zustand bei NNQ-HQ10 beschreiben, (C) hingegen einem ungenügenden Zustand entspricht. Im Anschluss werden die Bewertungen der 14 oben ausgeführten Kriterien in Punkte überführt, um eine Wichtung der Habitateigenschaften zu ermöglichen (siehe Tab. 2), da im Gegensatz zum EHW Verfahren 1 nicht das jeweils schlechteste Ergebnis für die Gesamtbewertung übernommen wird.

Tabelle 2: Wichtung der Bewertungen

Bewertung	Beschreibung	Punkte
A	dauerhaft guter bis sehr guter Zustand (auch bei NNQ-HQ10)	1
B	unter MNQ überwiegend guter Zustand, bei NNQ befriedigend	5
C	ungenügender Zustand bereits bei MNQ	10

Für die Gesamtbewertung der 25m -Teilstrecken wird jeweils der Mittelwert entsprechend der Punkte für alle 14 Bewertungskriterien berechnet. Auf dieser Grundlage ergibt sich für jede 25 m -Teilstrecke eine durchschnittliche Bewertung, die zwischen 1 und 10 liegt, wobei 1 dem besten Zustand und 10 dem schlechtesten Zustand entspricht (Tab. 3). Sofern die Bewertung eines 25m-Teilabschnitts 3,5 überschreitet, ist die Habitatqualität in diesem Gewässerabschnitt nicht ausreichend (=ungenügend), um diesen Teilabschnitt als Auswilderungshabitat zu empfehlen.

Tabelle 3: Gesamtbewertung (nach Mittelwertbildung aus 14 Einzelkriterien) einer 25m-Teilstrecke und Einstufung in Bezug auf Eignung als potenzielle Auswilderungsstelle

Einstufung	Bewertung
Sehr gut	1,0 bis 2,0
Gut	2,0 bis 3,0
Mäßig	3,0 bis 3,5
Ungenügend	> 3,5

Die Gewässerstrecke (100 bis 300m) setzt sich somit aus mindestens vier (maximal 12) 25m-Teilabschnitten zusammen. Ziel des Auswahlverfahrens von Stufe 2.3 ist es, einen Gewässerabschnitt mit einer Fließstrecke von mindestens 100 m zu identifizieren, in dem alle 25-Teilstrecken besser als 3,6 im Idealfall mit 1,0 bewertet wurden.

Sollten dieses Kriterium mehrere Gewässerabschnitt mit einer Fließstrecke von mindestens 100 m (besser 150-200m) erfüllen, werden im nächsten Schritt die Mittelwerte der Gesamtbewertung von mindestens 4 aufeinander folgenden 25m- Teilstrecken gebildet.

Damit erfolgt ein Ranking der Gewässerabschnitt mit einer Fließstrecke von mindestens 100 m (besser 150-200m) nachfolgenden Kriterien:

- Kein 25m-Teilabschnitt mit Gesamtbewertung >3,5, umso geringer Wert, desto besser im Ranking
- Die Gesamtbewertung des >100m Gewässerabschnitts (Mittelwert der Gesamtbewertung der 25 m-Abschnitte) soll ≤ 3 sein, je geringer Wert der Gesamtbewertung der >100m langen Gewässerstrecke, desto besser Ranking
- Länge der Auswilderungsstrecke (je länger desto besser Ranking)
- Lage der besten (bzw. einer sehr gut bewerteten) 25m-Teilstrecke in der Auswilderungsstrecke (je weiter stromauf desto besser ist Ranking).

Darstellung der Vorgehensweise der Stufe 2.3 für 150m- Abschnitte am Beispielgewässer

Kriterium	1. 25m	2. 25m	3. 25m	4. 25m	5. 25m	6. 25m
1. Fließrinne	1	1	5	1	1	1
2. Gewässermorphologie	1	1	5	1	1	1
3. Substratzusammensetzung	1	1	1	5	1	5
4. Sand/ Schluff /Ton-Auflage	1	1	5	1	1	1
5. Feinsediment im Lückensystem	1	1	1	1	1	1
6. Durchlässigkeit der Gewässersohle	5	5	5	5	5	1
7. org. Speicher (z.B. Falllaub)	5	5	1	1	1	5
8. Trophieanzeiger (z.B. Fadenalgen)	1	1	1	1	1	1
9. Aquatische Makrophyten	1	1	1	5	1	1
10. anthropogene Strukturen	1	1	1	5	1	1
11. Uferstabilität	1	1	1	1	1	5
12. Ufernutzung	5	5	5	10	5	10
13. Uferbewuchs (Bäume)	1	5	5	5	5	5
14. Uferbewuchs (Krautschicht)	5	5	1	5	1	1
Bewertung (25 m-Abschnitt)	2,1	2,4	2,7	3,4	1,9	2,8
Gesamtbewertung (150 m)	2,5					

1	Sehr gut
5	Gut-mäßig
10	schlecht

Sehr gut	1,0 bis 2,0
Gut	2,0 bis 3,0
mäßig	3,0 bis 3,5
Ungenügend	> 3,5

Berechnung des Mittelwert der Punkte der Einzelkriterien für 25m-Abschnitt

Eignung als potentielle Auswilderungsstrecke, wenn Gesamtbewertung < 3

Abb. 5 Berechnungen zum Ranking der Gewässerabschnitte in **EHW Stufe 2.3 am Beispielgewässer**

(C)Ergebnis

Die Ergebnisdarstellung erfolgt einerseits als Markierung der potentiell geeigneten Gewässerabschnitte in der QGIS-Karte sowie in einer Ausgabedatei (Excel) über die ID aus Gewässerkennzahl und Abschnittsnummer (ABSID) sowie die Koordinaten von Anfang und Ende der Gewässerabschnitte.

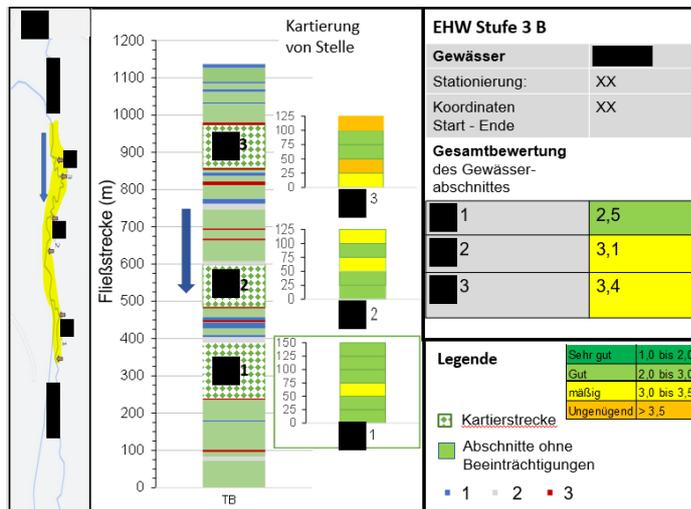


Abb. 6. Ergebnisse der **EHW Stufe 2.3 am Beispielgewässer**

Sollten aufgrund der hier beschriebenen Methode alle bewerteten Gewässerstrecken mit ungenügend bewertet und damit nicht geeignet sein als Auswilderungshabitat, müssen in den mit >3,5 bewerteten Teilstrecken Habitatverbessernde Maßnahmen durchgeführt werden. Die Grundlage für die Defizitanalyse bilden Bewertungen mit C in einem überwiegend als sehr-gut bis gut (A und B) bewerteten Gewässerabschnitt.

Anhang 1: Verfahren EHW Stufe 2.2

Zügige Begehung des Gewässers vom Ufer aus, Stellen mit Ausschlusskriterien notieren (Koordinaten/Fotos/Länge), Strecken von ≥ 100 m ohne Unterbrechung: Anfangs- und Endkoordinaten notieren

Kriterium	Merkmale	Abstand oberhalb	Abstand unterhalb
Tiefer schlammiger Pool (min. 3 /4 Merkmale)	<ul style="list-style-type: none"> - Boden schlammig, stark sandig oder viel Organik - steiler Ein- und Ausgang - hohe Verweilzeit Trübungsfahne - keine/ schwache oberflächennahe Strömung 	100 m	-
Rifflezone (min. 3 /4 Merkmale) wenn ≤ 10 m kein Ausschluss, sofern nicht aufgrund von Merkmalen	<ul style="list-style-type: none"> - ≥ 10 m - Geröll, überlappende Platten, wenig Kies/Sand - Bachbett im vgl. zur sonstigen Morphologie sehr breit - geringe Wassertiefe (bereits Frühjahr/ Frühsommer vgl. W < 10 cm bei MNQ) 	-	-
Hohes unterhöhltes Ufer (1 /3 Merkmalen + Länge ≥ 5 m)	<ul style="list-style-type: none"> - Länge ≥ 5 m - stark unterhöhlte Uferkante/ nicht durch Bewuchs stabilisiert, hohe Kante - Sohle bereits durch Lehm/ Vegetationsmatten bedeckt - Bewirtschaftung bis an Prallhang 	100 m	5 m
Flächen mit offen liegendem Erdreich	<ul style="list-style-type: none"> - mit Gefälle an Bach anstehend - gepflügter Ackerboden, Baustellen, Erdhaufen, Schotterstraßen, Suhlen, intensiv genutztes Weideland, etc. 	100 m	100 m
Einleitungen	<ul style="list-style-type: none"> - Einleitungen mit schlechterer Wasserqualität und/oder starker Sedimenteintrag 		min. 100 m
Hindernisse im Gewässer	<ul style="list-style-type: none"> - Erfassung Querbauwerke, die Durchgängigkeit verhindern - Prüfung vor Ort in Bezug auf Wirkung des Querbauwerks 	200 m bis 300 m	
Partielle sommerliche Austrocknung	<ul style="list-style-type: none"> - sommerlicher Q < 10 L/s 	Bereich großflächig/ gesamtes Gewässer ausschließen	
Prädation	<ul style="list-style-type: none"> - Populationen von Bisamratten, Waschbären, Mink, Nutria - Schneckenegel, Wasserschnecken als Zwischenwirt (Radix peregra, Potamopyrgus antipodarum) 	Bereich großflächig ausschließen	
Gewässerunterhaltung/-ausbau	<ul style="list-style-type: none"> - Seitenbauwerke - künstliche Sohlbefestigung - Grundberäumungen 	?	?
Beidseitige Fichtenmonokultur ohne Krautschicht	<ul style="list-style-type: none"> - zutreffend, falls Nadelbäume beidseits bis an Gewässerfront ohne deckenden Unterwuchs 	100 m	

Anhang 2:

**Verfahren EHW Stufe 2.3: Ranking der Gewässerabschnitte anhand von 14 Kriterien
anhand einer Kartieranleitung und Bewertungsskala**

