

**UMSETZUNG WRRL  
RENATURIERUNG DES HORNACHS  
BEREICH SCHREBERGÄRTEN IXHEIM BIS  
OGV RIMSCHWEILER  
BAUABSCHNITT 2**

# **GENEHMIGUNG**

STAND: 27. MÄRZ 2023



*Rosenstadt* | ZWEIBRÜCKEN

Stadtbauamt  
Herzogstraße 3  
669482 Zweibrücken



UBZ  
UMWELT UND SERVICEBETRIEB ZWEIBRÜCKEN AÖR  
OSELBACHSTRASSE 60  
66482 ZWEIBRÜCKEN

# INHALTSVERZEICHNIS

## TEIL      VORHABENSDESCHEIBUNG

- 1.1      Erläuterungsbericht
- 1.2      Kostenberechnung
- 1.3      Hydraulische Berechnungen  
2D-Wasserspiegellagenberechnung
- 1.4      Umwelttechnischer Bericht  
Dr. Jung + Lang Ingenieure
- 1.5      Standortbezogene Vorprüfung nach UVPG  
Ingenieurgesellschaft Laub mbH
- 1.6      Landschaftspflegerischer Begleitplan  
Ingenieurgesellschaft Laub mbH

## TEIL      PLANTEIL

2.1	Übersichtskarte	1:25.000
2.2	Übersichtslageplan	1:500
2.3-1	Lageplan Planung - Abschnitt 1	1:250
2.3-2	Lageplan Planung - Abschnitt 2	1:250
3.1	Lageplan - Entwicklungsziel	1:500
4.1	Tabellen zur Bestandsaufnahme und Planung	-
5.1	Längsschnitt Bestand	1:500 / 250
	Längsschnitt Planung	1:500 / 250
6.1	Querprofile 1 bis 6	1:200
6.2	Querprofile 7 bis 13	1:200
6.3	Querprofile 14 bis 21	1:200
6.4	Querprofile 22 bis 28	1:200
7.1	Detail 1: Dreiecksbuhne	1:100
7.2	Detail 2A: Pyramidenstammbuhne	1:100 / 50
	Detail 2B: Einzelstammbuhne	1:100 / 50
7.3	Detail 3: Kurzbuhne	1:100

<b>7.4</b>	<b>Detail 4: Kiesrausche</b>	<b>1:100 / 200</b>
<b>7.5</b>	<b>Detail 5: Raubbaum</b>	<b>1:50</b>
<b>7.6</b>	<b>Detail 6: Faschinen</b>	<b>1:50</b>
<b>7.7</b>	<b>Detail 7: Wurzelstock</b>	<b>1:50</b>
<b>7.8</b>	<b>Detail 8: Fischunterstand Variante 1</b>	<b>1:25</b>
<b>7.9</b>	<b>Detail 9: Fischunterstand Variante 2</b>	<b>1:25</b>
<b>7.10</b>	<b>Detail 10: Fischunterstand Variante 3</b>	<b>1:25</b>

**UMSETZUNG WRRL  
RENATURIERUNG DES HORNACHS  
BEREICH SCHREBERGÄRTEN IXHEIM BIS  
OGV RIMSCHWEILER  
BAUABSCHNITT 2**

**ERLÄUTERUNGSBERICHT**

**GENEHMIGUNG**

**Stand: 27. MÄRZ 2023**

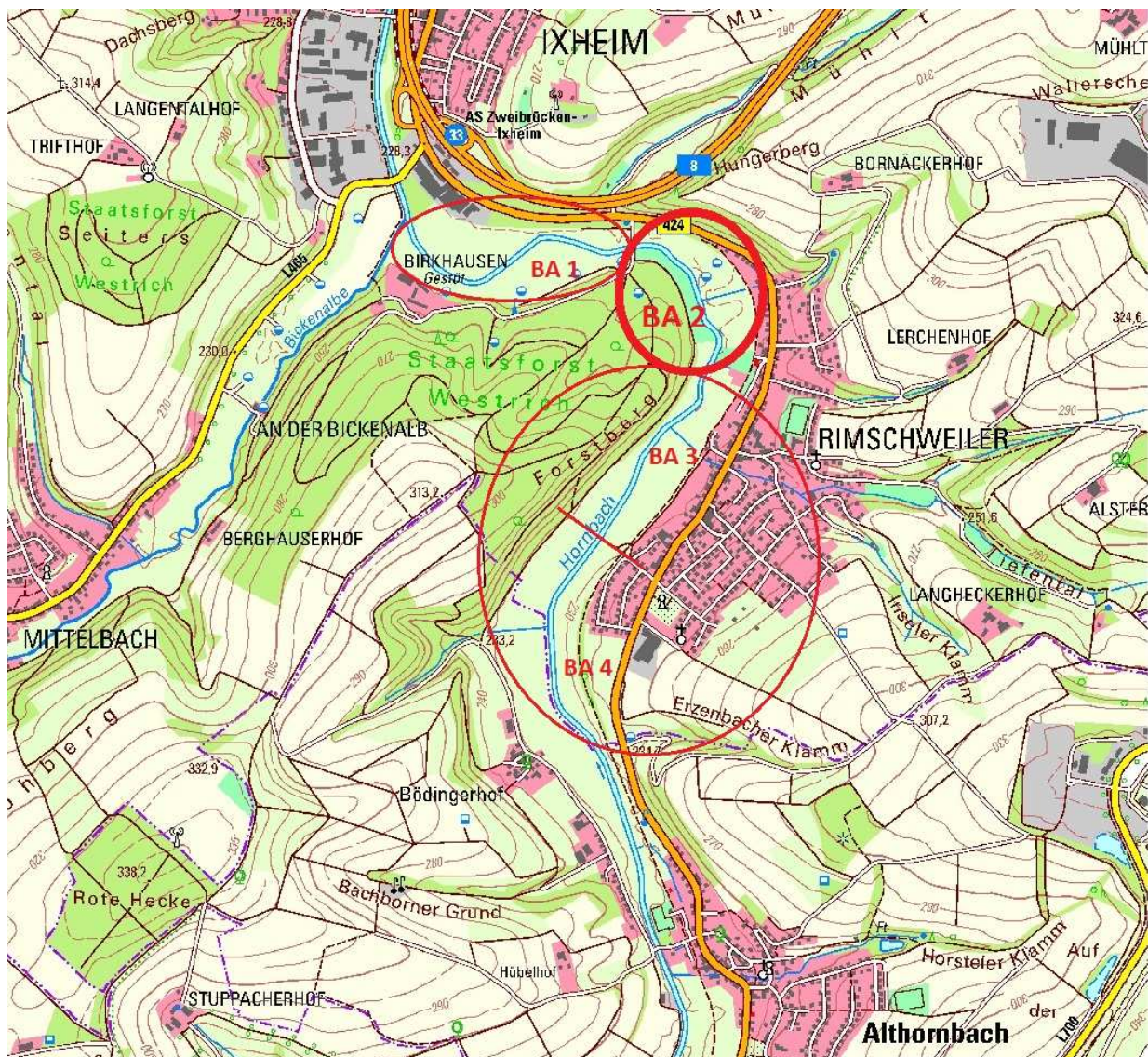
# ERLÄUTERUNGSBERICHT

<b>INHALTSVERZEICHNIS</b>		<b>Seite</b>
<b>1.</b>	<b>ALLGEMEINES</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>BESTANDSSITUATION</b>	<b>4</b>
2.1	HEUTIGER ZUSTAND DES WASSERKÖRPERS GEM. WRRL	4
2.2	BESTAND UND HYDROMORPHOLOGISCHE DEFIZITE	5
2.3	FISCHÖKOLOGISCHE BEWERTUNG	11
2.4	BEWERTUNG DES MAKROZOOBENTHOS	12
2.5	MAKROPHYTEN UND DIATOMEEN	13
<b>3.</b>	<b>LEITBILD</b>	<b>13</b>
<b>4.</b>	<b>ENTWICKLUNGSZIEL</b>	<b>15</b>
<b>5.</b>	<b>PLANUNG</b>	<b>18</b>
5.1	PLANUNGSGRUNDLAGEN	18
5.2	VORGEHENSWEISE	18
5.3	PLANUNGSKONZEPT	19
5.4	ZUSAMMENFASSUNG PLANUNG	24
<b>6.</b>	<b>ÜBERSCHWEMMUNGSGEBIET UND WASSERSPIEGELLAGEN</b>	<b>26</b>
6.1	GRUNDLAGEN	26
6.2	HYDRAULISCHES BERECHNUNGSMODELL	28
6.2.1	BERECHNUNGSMODELL BESTAND	28
6.2.2	BERECHNUNGSMODELL PLANUNG	29
6.3	BERECHNUNGSERGEBNISSE	30
6.3.1	WASSERSPIEGELLAGEN	30
6.3.2	FLIESSGESCHWINDIGKEIT	31
6.3.3	SOHLSCHUBSPANNUNG	32
6.4	ABSCHLIESSENDE BEWERTUNG	33
<b>7.</b>	<b>BAUKOSTEN, DURCHFÜHRUNG DER BAUMASSNAHME</b>	<b>33</b>
<b>8.</b>	<b>LITERATUR</b>	<b>33</b>

## 1. ALLGEMEINES

Der Umwelt- und Servicebetrieb Zweibrücken plant im Auftrag der Stadt Zweibrücken die strukturelle Aufwertung des Hornbachs bei Rimschweiler (oberhalb der Brücke Birkhausen, vgl. Bild 1). Die Maßnahme dient der Umsetzung der in der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) definierten Zielsetzung zur Erreichung des guten ökologischen Zustands im Hornbach.

Die übergeordnete Zielsetzung der Maßnahme in Bauabschnitt 2 besteht in einer umfassenden gewässertypspezifischen Redynamisierung des Hornbachs.



**Bild 1: Räumliche Lage der Maßnahmenstrecke in Bauabschnitt BA2.**

(©GeoBasis-DE / LvermGeoRP 2022, dl-de/by-2-0, www.lvermgeo.rlp.de [Daten bearbeitet], 10/2022).

Die Maßnahmenstrecke in Bauabschnitt 2 erstreckt sich von der Brücke zum Gestüt Birkhausen im Westen bis oberhalb der Kleingartenanlage Rimschweiler. Die Fließrichtung verläuft im Wesentlichen von Südosten nach Nordwesten.

## 2. BESTANDSSITUATION

### 2.1 HEUTIGER ZUSTAND DES WASSERKÖRPERS GEMÄSS WRRL

Beim Wasserkörper des Unteren Hornbachs handelt es sich um einen **natürlichen Wasserkörper (NWB)**. Seine ökologische Bewertung orientiert sich infolgedessen am **guten ökologischen Zustand**. Der heutige ökologische Zustand wird steckbriefartig in Tabelle 1 dokumentiert.

Wasserkörper	Unterer Hornbach	Geplante Zielerreichung	nach 2027	WK-Länge	12,3 km
	DE_RW_DERP_2642680000_2	Fischregion	Äschenregion	Kategorie	Natürlich
Signifikante Belastungen	- Belastungen der Wasserqualität aus Punktquellen (kommunales Abwasser; Niederschlagswasserentlastung)				
	- Belastungen aus diffusen Quellen (Landwirtschaft; Atmosphäre)				
	- physische Veränderungen des Gewässerlaufs und -betts				
Auswirkungen der Belastungen	- Verschmutzung durch Nährstoffe				
	- Veränderte Habitate aufgrund morphologischer Änderungen einschließlich Durchgängigkeit)				
<b>Biologische Qualitätskomponenten</b>		<b>Bewertung</b>			
❖ Fische		mäßig			
❖ Makrozoobenthos		gut			
❖ Makrophyten und Phytobenthos		mäßig			
❖ Phytoplankton		nicht relevant			
<b>Ökologische Gesamtbewertung</b>		<b>mäßig</b>			
<b>Chemischer Zustand</b> Prioritäre Stoffe mit Überschreitung der Umweltqualitätsnormen (UQN): - Benzo(ghi)perylen - Bromierte Diphenylether (BDE) - Fluoranthen - Quecksilber und Quecksilberverbindungen		<b>schlecht</b>			
<b>Hydromorphologische Qualitätskomponenten</b>					
Wasserhaushalt		k. A.			
Morphologie		Wert nicht eingehalten			
Durchgängigkeit		Wert eingehalten			
<b>Physikalisch-chemische Qualitätskomponenten</b>					
Wassertemperatur, Salzgehalt, Versauerungszustand		Nicht bewertungsrelevant			
Sauerstoffgehalt, Stickstoffverbindungen		Wert eingehalten			
Phosphorverbindungen		Wert nicht eingehalten			
<b>Flussgebietsspezifische Schadstoffe mit Überschreitung der Umweltqualitätsnormen (UQN)</b>		---			
<b>Geplante hydromorphologische Maßnahmen zur Revitalisierung des Hornbachs (ohne konzeptionelle Maßnahmen)</b>			<b>LAWA-Typ-Code</b>	<b>Relevanz innerhalb Maßnahmenstrecke</b>	
				ja	nein
Anlage von Gewässerschutzstreifen zur Reduzierung der Nährstoffeinträge			28	X	
Sonstige Maßnahmen zur Reduzierung der Nährstoff- u. Feinmaterialeinträge aus der Landwirtschaft			29	X	
Vitalisierung des Gewässers (u. a. Sohle, Varianz, Substrat) innerhalb des vorhandenen Profils			71	X	
Habitatverbesserung im Gewässer durch Laufveränderung, Ufer- oder Sohlgestaltung			72	X	

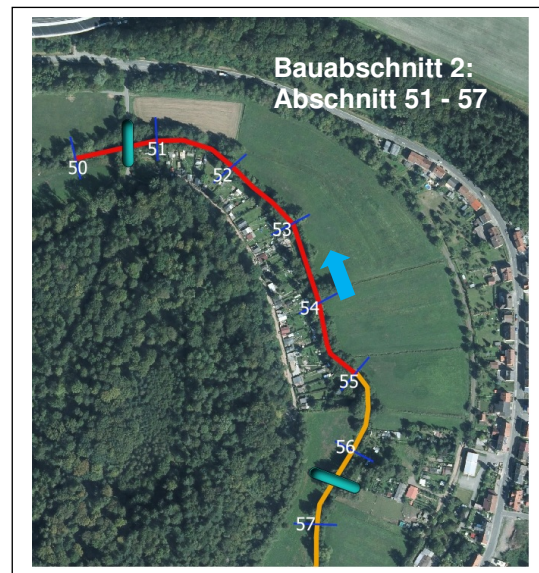
**Tabelle 1: Zustandsbewertung des WK Unterer Hornbach (<https://geoportal.bafg.de> 11/2020)**

## 2.2 BESTAND UND HYDROMORPHOLOGISCHE DEFIZITE

Der Hornbach ist infolge seiner historischen wasserbaulichen Überprägung in morphologischer Hinsicht in einem unbefriedigenden Zustand. Die Hauptdefizite resultieren aus dem Fehlen einer gewässertypischen Morphodynamik, welche die für die aquatischen Lebensgemeinschaften relevanten Habitate generiert. Die Sicherung der Ufer durch Wasserbausteine (Steinschüttung entlang Uferfuß), die Überprägung des Längsprofils (Gefälle) durch Verkürzung der natürlichen Lauflänge sowie eine Sohlengleite mit Rückstauereffekt bedingen eine falsche Systemjustierung.

In der Folge hat sich durch Tiefenerosion ein übermäßig eingetieftes Querprofil entwickelt, welche das Fließgewässer weitgehend von seiner Aue abkoppelt und weiterhin hydraulische Überlastungserscheinungen der Gewässersohle mit sich bringt. Es fehlen nahezu alle charakteristischen gewässertypischen Strukturen. Nachfolgend werden die hydromorphologischen Qualitätskomponenten einer detaillierteren Analyse unterzogen (Tab. 2 und 3).

Nr.	Hauptparameter der Gewässerstrukturgütekartierung Rheinland-Pfalz	Bewertung	
		Abschnitt 51 - 55	Abschnitt 56 - 60
1	Laufentwicklung ↓	7	7
2	Längsprofil ↓	7	7
3	Querprofil ↓	7	6
4	Sohlenstruktur ↓	7	7
5	Uferstruktur ↓	4	4
6	Gewässerumfeld ↓	6	6
Gesamtbewertung		VII	VI



**Tabelle und Bild 2: Zustandsbewertung der Gewässerstruktur innerhalb Bauabschnitt 2.**





**Bild 3: Unterwasserseitiges Ende von Bauabschnitt 2 stellt die Brücke nach Birkenau dar. Im Bereich der Brücke finden keine Maßnahmen statt.**



**Bild 4:  
Fließstrecke oberhalb von Bild 3.**



**Bild 5: Die Ufer sind bereits durch Steinschüttung gesichert.**



**Bild 6: In Fließrichtung gesehen befindet sich entlang des linken Ufers eine Kleingartenanlage. Das linksseitige Vorland steht damit für eine eigendynamische Entwicklung, abgesehen von einer kurzen Fließstrecke oberhalb der Anlage, nicht zur Verfügung.**



**Bild 7: Strömungsdiversität, Tiefenvarianz und Uferstruktur sind in hohem Maße monoton.**



**Bild 8: Die Aue des Hornbachs wird außerhalb der Kleingartenanlagen von Grünlandbiotopen eingenommen.**



**Bild 9 und 10: Oberwasserseitiges Ende von Bauabschnitt 2. Hier befinden sich Kleingärten, in Fließrichtung gesehen im rechten Vorland.**



**Bild 11: Heutiges Flussbett im Bereich der geplanten Laufverlagerung unterhalb der Kleingartenanlage Rimschweiler (Segment 56).**

Gewässerstruktur - Defizitanalyse - (Abschnitte 51 - 55 u. 56 - 60)		Die Gewässerstruktur wird in Rheinland-Pfalz über sechs Hauptparameter (HP) und 25 Einzelparameter (EP) im Rahmen einer Gewässerstrukturkartierung (STRUKA) abgebildet (LAWA 1999, 2019). Die Reihung (Nummerierung) der Haupt-/Einzelparameter folgt hier allerdings der Vorgehensweise in den UBA-Steckbriefen (UBA 2014): Die HP Querprofil und Sohlenstruktur sind hier im Vergleich zum LAWA-/RLP-Verfahren in entgegengesetzter Reihenfolge angeordnet.	
Hauptparameter	Morphologische und morphodynamische Defizitanalyse	Resultierende morphologische Entwicklungsziele bzw. Maßnahmenbedarf	
Laufentwicklung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anthropogen stark überprägter Gewässerverlauf: Schwingungsbreite und -länge der Lauschlingen entsprechen nicht dem Referenzzustand bzw. sind überhaupt nicht ausgeprägt.</li> <li>- Die Mäandrierungsdynamik ist infolgedessen sowie auch aufgrund von Prallufer-Sicherungen <u>nicht</u> intakt.</li> <li>- Längsbänke fehlen komplett (= gestörter Geschiebehalt)</li> <li>- Typische Laufstrukturen fehlen.</li> <li>- Nebengerinne sind nicht ausgeprägt.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Pioniergerinne mit naturnaher Laufform schaffen</li> <li>→ Krümmungserosion an den Prallufern initiieren</li> <li>→ Geschiebehalt regenerieren</li> <li>→ Typ. Laufstrukturen schaffen bzw. entwickeln (z. B. Inseln, Laufgabelungen, Verklausungen)</li> <li>→ Schaffung von Altarm-Strukturen</li> </ul>	
Längsprofil	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Durchgängigkeit ist sichergestellt.</li> <li>- Gewässertypspezifisch ausgeprägte kiesige Querbänke fehlen.</li> <li>- Strömungsdiversität und Tiefenvarianz sind allenfalls „gering“ ausgeprägt.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Optimierung der Gefälleverhältnisse (Regeneration gewässertypischer Strömungs- und Tiefenmuster)</li> <li>→ Regeneration kiesiger Querbänke</li> </ul>	
Sohlenstruktur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Der Hornbach weist einen extrem defizitären Geschiebehalt auf; in der Folge sind weder das Sohlensubstrat noch dessen Verteilung (Substratmosaik) als gewässertypisch zu bezeichnen. Das Sohlensubstrat ist infolge der Wassertiefe und -trübung nicht fundiert einschätzbar. Nach Sondierungen handelt es sich um ein unsortiertes Gemisch aus Steinen, Sand und Lehm. Die Sohle ist im Hinblick auf die Sandfraktion als hydraulisch überlastet einzuschätzen (Tiefenerosion).</li> <li>- Der Mangel an Strömungs- und Tiefendifferenzierungen bedingt auch einen Mangel an Substratdiversität.</li> <li>- Ein flächiger Sohlenverbau ist nicht typischerweise ausgeprägt. Eine künstliche Zugabe von Steinen und Schottern ist allerdings im Zuge des technischen Ausbaus wahrscheinlich. Besondere Sohlenstrukturen in Form von Schnellen/Rauscheflächen und Tiefritten sind ebenso wie morphodynamisch wirksames sohlennahes Totholz nicht oder allenfalls ansatzweise ausgebildet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Geschiebezugabe (Kiesspektrum 2 - 5 cm) zur Teilregeneration des Geschiebehalts und der Substratverhältnisse auf der Sohle</li> <li>→ Schaffung typischer Riffle-/Poolabfolgen</li> <li>→ Entwicklung typischer Substratmuster aus mineralischen und organischen Substraten.</li> </ul>	
Querprofil	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Das Querprofil ist infolge technischen Ausbaus (Steinschüttung), Profileinengung und Profilvertiefung stark überprägt. Es ist bestenfalls - unter Berücksichtigung der kaschierenden Gehölze und Hochstaudenfluren - als „verfallendes Regelprofil“ bzw. „Altprofil“ anzusprechen.</li> <li>- Das Gewässer wurde möglichst platzsparend in die Kulturlandschaft integriert. Eine Breitenvarianz ist nicht ausgeprägt</li> <li>- Das Gewässerbett bzw. die Wasserspiegelbreite sind stark eingeengt bzw. verringert und liegen weit unter der heutigen potenziell natürlichen Breite.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Profilaufweitungen schaffen bzw. initiieren, Uferabflachung, Uferabbrüche an den Prallufern (vgl. Ufer)</li> <li>→ Sohlanehebung bei gleichzeitiger Profilaufweitung im neuen Pioniergerinne.</li> </ul>	
Uferstruktur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ein überwiegend bodenständiger Gehölzbewuchs (Schwarzerlen) begleitet die Ufer auf weiter Strecke, jedoch ohne die natürlicherweise resultierenden typischen Gehölzstrukturen in nennenswerter Zahl zu generieren (Wurzelunterstände, Prallbäume, Erlenumläufe, Wasserwurzeln).</li> <li>- Streckenweise erzeugen die zu dicht stehenden Gehölze eine Verbauwirkung, welche einer naturnahen eigendynamischen Gewässerentwicklung entgegensteht.</li> <li>- Der Böschungsfuß ist beidseits durch Steinschüttung gesichert. In Kombination mit der großen Profiltiefe resultiert eine monotone Uferstruktur.</li> <li>- Der Holzhaushalt des Hornbachs ist stark defizitär.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Entnahme der Ufersicherung</li> <li>→ Generierung von morphologisch wirksamen Gehölzen im Bestand sowie Integration künstlichen Totholz-Uferstrukturen</li> <li>→ Entnahme zu dicht stockender und nicht bodenständiger Ufergehölze</li> </ul>	
Gewässerumfeld	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die autotypischen Standortgegebenheiten und eine naturnahe Auendynamik im Vorland sind so stark degradiert, dass eine umfassende Regeneration der Primäraue nur mit unverhältnismäßig großem Aufwand möglich wäre. Der heutige potenziell natürliche Zustand läuft langfristig auf die Ausbildung einer Sekundäraue infolge verstärkter Breitenerosion hinaus.</li> <li>- Ein der Größe und dem freien Pendelraum des Gewässers angepasster Entwicklungskorridor fehlt aktuell.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Schaffung eines Entwicklungskorridors (= Zulassen uneingeschränkter eigendynamischer Prozessdynamik)</li> <li>→ Schaffung einer Sekundäraue.</li> </ul>	

Durchgängigkeit - Defizitanalyse -	Die Durchgängigkeit eines Fließgewässers ist nicht alleine für die Wasserorganismen (Fische, Makrozoobenthos), sondern auch für den Feststoffhaushalt eines Fließgewässers von elementarer Bedeutung.	
Longitudinale Durchgängigkeit	Morphologische und morphodynamische Defizitanalyse	Resultierende Entwicklungsziele bzw. Maßnahmenbedarf
Biologie, aufwärts	- Die biologische Durchgängigkeit für aufwärts wandernde Tiere ist grundsätzlich gegeben. → <b>Kein Handlungsbedarf</b>	→ Die im Vorland anstehenden mächtigen Auenlehme (> 4,5 m) stellen keine grobkörnigen Geschiebequellen bereit. Zur Regeneration kiesiger Sohlenbereiche sind künstliche Geschiebezugaben erforderlich (Ø 2 - 6,3 cm), welche in größeren zeitlichen Abständen zu erneuern sind. Nur so sind durchgreifende biologische Erfolge im Hinblick auf die kieslaichenden Arten zu erwarten. → Es ist eine umfassende künstliche Totholzimplementierung des gesamten Spektrums erforderlich (massive Stämme, im Idealfall einschließlich stärkerer Äste; Baumkronen, Wurzelstöcke). → Aufwertung der lateralen Vernetzung, durch Schaffung von Auenstrukturen.
Biologie, abwärts	- Die biologische Durchgängigkeit für abwärts wandernde Tiere ist grundsätzlich gegeben. Als defizitär ist die Ausbreitungsmöglichkeit über Treibholz zu bewerten (restriktionsbedingt; vgl. unten). → <b>Kein Handlungsbedarf (Querbauwerke)</b>	
Geschiebe	- Die Sedimentdurchgängigkeit ist grundsätzlich gegeben, der Geschiebehaushalt insgesamt aber degradiert: Es besteht ein eklatantes Geschiebedefizit innerhalb der gesamten Maßnahmenstrecke. → <b>Hoher Handlungsbedarf</b>	
Treibholz	- Es existieren keine Anzeichen eines auch nur halbwegs intakten Holzhaushalts (z. B. Holzansammlungen am Ufer, Treibholzverklausungen, Totholz auf der Sohle). → <b>Hoher Handlungsbedarf</b>	
<b>Laterale Durchgängigkeit</b>		
Biologie u. Morphologie, lateral	- Eine intakte laterale Durchgängigkeit ist aktuell nicht gegeben. Es mangelt an Nebengerinnen sowie angebundenen Auenstrukturen (Altarme, Altwasser, Flutrinnen und -mulden, Randsenken). → <b>Hoher Handlungsbedarf</b>	
<b>Vertikale Durchgängigkeit</b>		
Biologie, vertikal	- Ein flächiger, typisch ausgeprägter Sohlenverbau in Form einer Steinschüttung scheint nicht zu bestehen. Eine im Lauf der historischen Überprägung stattfindende „Steinanreicherung“ auf der Gewässersohle kann allerdings angenommen werden. Jedenfalls sind die mit Steinen bedeckten lotischen (= schneller überströmten) Sohlenbereiche im Bereich der Schnellen/Rauscheflächen in dieser Hinsicht fragwürdig; sie entsprechen in keinem Falle der natürlicherweise zu erwartenden kiesigen Ausprägung. Dem Aufbau einer gewässertypischen Sohle mit stabilem Interstitial (= Lückensystem der Gewässersohle) kommt eine erhöhte Bedeutung im Hinblick auf morphologische und biologische Revitalisierung des Hornbachs zu. → <b>Hoher Handlungsbedarf</b>	
Wasserhaushalt - Defizitanalyse -	Das Abflussgeschehen stellt zunächst einmal eine von den naturräumlichen Gegebenheiten geprägte spezifische Komponente des Landschaftswasserhaushalts dar. Die kulturhistorische anthropogene Überprägung des Wasserhaushalts wirkt sich auch am Hornbach in Trockenphasen beeinträchtigend aus (= zu geringe Wasserreserven innerhalb der Auenböden).	
Wasserentnahmen	Die Maßnahmenstrecke wird <u>nicht</u> von Wasserentnahmen (z. B. Ausleitungen jeder Art, Entnahmen für landwirtschaftliche Bewässerung) beeinträchtigt.	→ Die mit der Degeneration des Gewässer-Aue-Beziehungsgefüges verbundenen Defizite können über die Maßnahmenkonzeption nur eingeschränkt behoben werden. Dem Energieabbau bei Hochwasser kommt infolge des tiefen Querprofils eine erhöhte Bedeutung zu.
Einleitungen und anthropogen verstärkter Oberflächenabfluss	Die Maßnahmenstrecke wird nicht in erkennbarem Maße von Wassereinleitungen oder einem erhöhten Oberflächenabfluss beeinträchtigt; die generell in Talräumen mit anthropogenen Siedlungs- und Gewerbeflächen anzunehmende gestiegene Grundbelastung infolge verstärkter Versiegelung ist auch im Falle des Hornbachs anzunehmen.	
Hydrologisch relevante Landnutzung	Grünlandnutzung (Fettwiesen mit nur geringem Anteil von Feuchtezeigern)	
Auenveränderungen	Stark degradierte Aue; die Ausuferungsdynamik bleibt auf größere Hochwasserereignisse beschränkt (schätzungsweise $H_{Q_{10}}$ ).	
Abflussregulierung	Keine.	

**Tabellen 3 und 4: Defizitanalyse der hydromorphologischen Komponenten „Gewässerstruktur“, „Durchgängigkeit“ und „Wasserhaushalt“.**

## 2.3 FISCHÖKOLOGISCHE BEWERTUNG

Der Hornbach ist im WK Unterer Hornbach der Äschenregion zuzuordnen (LfU 2018). Die Qualitätskomponente „Fische“ wird für den gesamten Wasserkörper als „mäßig“ bewertet. Die degradierte Struktur im Maßnahmenbereich lässt hier allerdings lediglich einen unbefriedigenden bis schlechten Zustand erwarten. Die Referenzzönose setzt sich entsprechend Tabelle 5 zusammen:

Referenz-Fischzönose WK Unterer Hornbach		%-Anteil
Elritze	<b>Leitarten</b>	19,2
Schmerle		18,5
Schneider		13,5
Gründling		13,5
Groppe		6,5
Hasel		5,9
Bachforelle		5,5
Äsche	Typspezifische Arten	4,0
Barbe		2,0
Döbel, Aitel		3,0
Bachneunauge		2,5
Nase		2,0
Rotauge	Begleitarten	0,8
Barsch, Flussbarsch		0,6
Bitterling		0,5
Aal		0,4
Dreistachliger Stichling (Binnenform)		0,4
Ukelei, Laube		0,4
Hecht		0,2
Quappe		0,2
Meerforelle (Laichphase, Jungfische)		0,2
Atlantischer Lachs (Laichphase, Jungfische)		0,2

**Tabelle 4: Fisch-Referenzzönose für den Unteren Hornbach (LfU 2018). Grün hinterlegt sind die strukturell besonders anspruchsvollen Arten.**

Der ökologische Zustand eines Fließgewässers wird primär auf Grundlage der Intaktheit von Referenzlebensgemeinschaften bewertet. Die Fischlebensgemeinschaft stellt in struktureller Hinsicht die weitreichendsten Anforderungen an den Lebensraum unserer Fließgewässer. Die diesbezüglich anspruchsvollsten Arten sind in Tabelle 5 grün hinterlegt. Ihre Lebensraumsprüche sind elementarer Bestandteil der Maßnahmenplanung (vgl. Kap. 4.3). Soweit wie möglich sind in der Planung und Umsetzung einer Maßnahme alle erforderlichen essenziellen Teilhabitate dieser Arten zu berücksichtigen. Sind die Ansprüche der anspruchsvollsten Fischarten erfüllt, kann davon ausgegangen werden, dass auch die Ansprüche der anderen, weniger anspruchsvollen Fischarten abgedeckt sind. Selbiges kann für die Lebensgemeinschaft des Makrozoobenthos angenommen werden. Diesbezüglich sind neben Strömungs- und Substratparametern, die Ufergehölze sowie der Nahrungs- und Totholzhaushalt von herausragender Bedeutung.

Die Maßnahmenstrecke bildet aus fischökologischer Sicht kein intaktes Gesamtgefüge ab. Ein räumlich vernetztes System aller benötigten Teilhabitate für die anspruchsvollen Fischarten fehlt. In der Folge wird der Optimalbereich der Lebensraumsprüche für diese Arten an keiner Stelle sichergestellt. Dies bedeutet nicht zwangsläufig, dass diese Arten kein Auskommen finden; es bedeutet zunächst einmal nur, dass sie mit einem Lebensraum eingeschränkter Qualität zurechtkommen müssen. Das gelingt solange, wie die Gegebenheiten innerhalb eines artspezifischen Toleranzbereichs liegen. So findet eine Reproduktion und ein dauerhaftes Überleben häufig auch unter deutlich schlechteren abiotischen Bedingungen als dem Optimum statt. Die Entwicklungschancen von Eiern und Brütlings und somit in der Folge auch die Zahl der überlebenden Nachkommen sind in der Regel allerdings deutlich verringert. Das System aus abiotischen und biotischen Komponenten ist insgesamt deutlich störanfälliger.

Am Hornbach ist zusätzlich zur eingeschränkten abiotischen Qualität von einer biologischen Überprägung durch den Kormoran auszugehen, welche allerdings als naturgegeben zu betrachten ist. Die Ausbreitung heimischer Tierarten fällt nicht unter den Begriff „invasiv“ (= Einwanderung nicht heimischer Arten bei gleichzeitiger Verdrängung heimischer Arten).

## 2.4 BEWERTUNG DES MAKROZOOBENTHOS

Das gute ökologische Potenzial bezüglich des Makrozoobenthos wird im Unteren Hornbach bereits mit „gut“ bewertet, so dass diesbezüglich - zumindest an der Probestelle - keine großen Defizite bestehen. Sofern weitgehend stabil lagernde, kolmatierungsfreie Hartsubstrate auf der Sohle vorhanden sind, stellen sich die Lebensbedingungen bei guter Wasserqualität bereits als qualitativ ausreichend dar. Versandung und Kolmatierung (insbesondere in Rückstaubereichen) auf der einen und übermäßiger Sedimenttransport auf der Sohle infolge von Begradigung auf der anderen Seite stellen diese Einschätzung allerdings abschnittsbezogen in Frage. Die Habitatbedingungen für das Makrozoobenthos werden daher in der Planung explizit berücksichtigt. In sandgeprägten bzw. beeinflussten Fließgewässern wie dem Hornbach kommt dem Vorkommen von Totholz als besiedelbares Hartsubstrat eine herausragende Bedeutung zu. Der Totholzanteil wird infolgedessen deutlich erhöht.

Die Ansprüche des Makrozoobenthos fasst Tabelle 6 zusammen. Daneben kommt einem gehölzbestandenen Entwicklungskorridor besondere Bedeutung für das Makrozoobenthos zu.

Gewässertyp 9.1: Karbonatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse		
Dominierende funktionale MZB-Gruppe	Ansprüche	Charakteristische Arten
Rheophile Hartsubstratbesiedler	Gut durchströmte Fließstrecken mit Hartsubstraten. In feinmaterialreichen Fließstrecken resultieren Hartsubstrate alleine aus Totholzvorkommen auf der Gewässersohle.	Eintagsfliege <i>Caenis beskidensis</i> ; Köcherfliege <i>Silo piceus</i> ; Ibisfliege ( <i>Atherix ibis</i> )
Sandbesiedler	Lagestabile, detritus-reiche Sandablagerungen	Köcherfliege <i>Sericostoma flavicorne</i> . Muscheln: Kleine Flussmuschel, Bachmuschel ( <i>Unio crassus</i> )
Totholzbesiedler	Massive Totholzstrukturen (so weit wie möglich driftresistent)	<i>Brachycentrus maculatus</i> , <i>Lepidostoma basale</i>

**Tabelle 6: Lebensraumsprüche der Referenzzönose des Makrozoobenthos für Fließgewässertyp 9.1 (auf Basis von POTTGIESSER, T. (2018)).**

## 2.5 MAKROPHYTEN UND DIATOMEEN

Das ökologische Potenzial bzw. der ökologische Zustand bezüglich der Makrophyten wird aktuell mit „mäßig“ bewertet. Die Erkenntnisse zur Besiedlung des Fließgewässertyps 9.1 werden nachfolgend in Tabelle 8 zusammengefasst. Eine konkrete Maßnahmenplanung erfolgt nicht, da die für einen naturnahen Wasserpflanzenbewuchs erforderliche ausgeprägte Mäandrierung (Laufverlängerung und Auenstrukturen) nicht umsetzbar ist.

<b>Gewässertyp</b>	<b>9.1: Karbonatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse</b> <b>Makrophytentyp: Übergang zum potamal geprägten Fließgewässer der Mittelgebirge</b>
In beschatteten Fließstrecken ist die Bedeckung der Sohle mit Wasserpflanzen naturgemäß gering, während sie in besonnten Fließstrecken in aller Regel hoch ist. Ab einer bestimmten Gewässerbreite (> 20 m) nimmt die natürliche Beschattung infolge begrenzter Wuchshöhe der Ufergehölze ab.	
<b>Makrophyten</b>	
Aufgrund der Gewässergröße und der Gefälleverhältnisse ist der WK Unterer Hornbach natürlicherweise (= ohne Begradigung und Einengung) als potamales Übergangsfießgewässer einzustufen. In der Folge treten vermehrt Makrophyten-Arten, die für langsam fließende Gewässer charakteristisch sind, wie z. B. der Einfache Igelkolben ( <i>Sparganium emersum</i> ), das Gewöhnliche Pfeilkraut ( <i>Sagittaria sagittifolia</i> ) sowie Vertreter der Schwimmblattgewächse darunter die Gelbe Teichrose ( <i>Nuphar lutea</i> ), die Weiße Seerose ( <i>Nymphaea alba</i> ) bzw. das Schwimmende Laichkraut ( <i>Potamogeton natans</i> ). Kennzeichnend sind auch verschiedene Großlaichkräuter ( <i>Potamogeton lucens</i> , <i>P. perfoliatus</i> , <i>P. alpinus</i> , <i>P. gramineus</i> ). Daneben treten aber auch immer noch Arten der rhithralen Flüsse wie z. B. <i>Ranunculus</i> Sekt. <i>Batrachium</i> ( <i>Ranunculus fluitans</i> , <i>R. peltatus</i> , <i>R. penicillatus</i> ), Callitriche-Arten ( <i>C. brutia</i> var. <i>hamulata</i> <i>C. platycarpa</i> , <i>C. stagnalis</i> ) oder <i>Myriophyllum alterniflorum</i> bzw. <i>M. spicatum</i> auf.	
<b>Diatomeen</b>	
Trophie liegt im Bereich der Mesotrophie. Daher kommen weniger trophiesensible Arten vor.	
<b>Phytobenthos ohne Diatomeen</b>	
Der Artenreichtum ist unter natürlichen Gegebenheiten mit 15 Taxa sehr hoch. Die meisten Arten gehören zu den Charophyceae. Weiterhin sind die Nostoco-, Eugleno- und Chlorophyceae mit mehreren Arten vertreten. In der Abundanz dominieren die Ulvophyceae. Auch Tribo- und Charophyceae weisen höhere Anteile auf, während Nostocophyceae, Florideophyceae, Euglenophyceae und Chlorophyceae nur in geringen Anteilen auftreten.	

**Tabelle 7: Charakterisierung der Makrophyten- und Phytobenthos-Gemeinschaft für Typ 9.1 (auf Basis von POTTGIESSER, T. (2018)).**



### **3. LEITBILD**

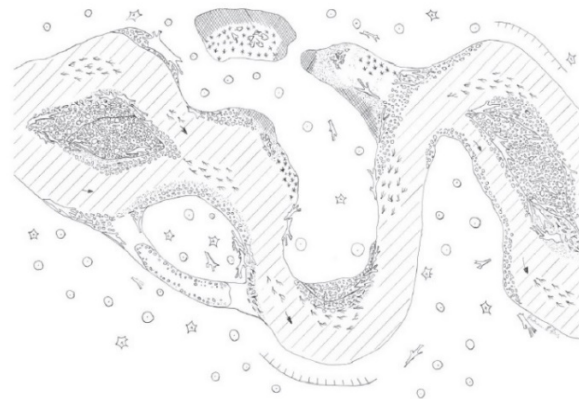
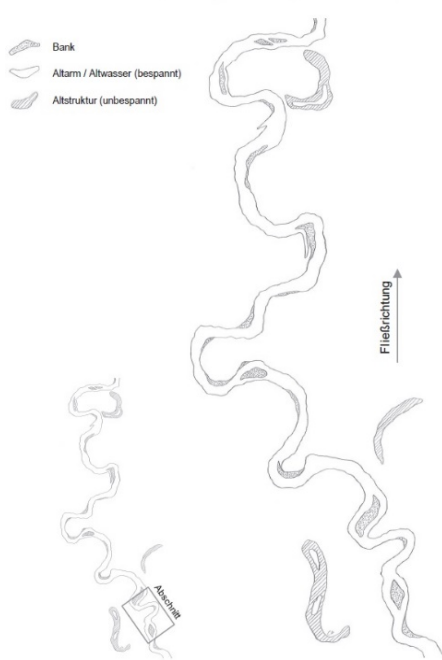
Sowohl die hydromorphologischen Parameter wie auch die biologischen Parameter werden am heutigen potenziell natürlichen Zustand, dem Leitbild gemessen. Hierzu wurden Referenzzustände definiert, welche den jeweiligen Bewertungssystemen zur Zustandsermittlung hinterlegt sind.

Im Wasserkörpersteckbrief ([www.wasserblick.net](http://www.wasserblick.net)) wird der Hornbach dem Typ 9.1 und demnach den „karbonatischen, fein- bis grobmaterialreichen Mittelgebirgsflüssen“ zugeordnet. Fließgewässer des Typs 9.1 verlaufen in breiteren Sohlentälern (> 10-fache natürliche Gewässerbreite) vorwiegend mäandrierend. Nebengerinne bleiben in aller Regel auf Engtalbereiche beschränkt. Im Längsprofil ist die nahezu regelmäßige Abfolge von flachen Riffle- und Tiefwasserstrukturen (Pools, Tiefrinnen) kennzeichnend. Infolge der relativ großen Abflussdynamik sind Laufstrukturen in Form von Inseln, Laufweitungen und -verengungen, Treibholzverklausungen und Totholzstrukturen im Sohlenbereich bis hin zu Laufverlagerungen häufig anzutreffen. Schotter- und Kiesbänke bleiben nicht alleine auf die Krümmungsbereiche (Gleitufer) in den Laufkrümmungen beschränkt, sondern finden sich immer wiederkehrend in Form von Insel- und Uferbänken in strömungsberuhigten Bereichen.

Bild 12 und 13 zeigen das Habitatgefüge, den sehr guten Zustand von Typ 9.1.

Siehe folgende Seite.

Habitatskizze für den sehr guten ökologischen Zustand (Aufsicht, Gewässerlauf)



- |   |                                    |
|---|------------------------------------|
| Steine / Schotter / Kies (überwiegend dynamisch)            | Makrophyten - Stillwasserarten     |
| Steine / Schotter / Kies (überwiegend lagestabil)           | Großblättrige Kräuter, Röhrichte   |
| Steine / Schotter / Kies (nicht überspült)                  | Lebensraumtypische Gehölze (Stamm) |
| Sand / Schluff / Ton  | Hochflutrinne                      |
| Sand / Schlamm / organisches Material (Falllaub / Detritus) | Abbruchufer / Böschungskante       |
| Totholz   | Altarm / Altwasser                 |
| Wurzelballen  | Strömung                           |
| Makrophyten - flutende Arten                                |                                    |

**Bild 12: Aufsicht auf den Gewässerlauf eines Fließgewässers des Typs 9.1 im sehr guten ökologischen Zustand. Charakteristisch sind die engen Mäanderbögen mit ausgeprägten Prall-Gleitufer-Asymmetrie sowie einer großen Breitenvarianz (UBA 2014). Im Längsprofil ist die typische Abfolge von flachen (Riffles) und tieferen (Pools) Sohlenbereichen kennzeichnend.**

**Bild 13: Detail-Habitatskizze für den sehr guten ökologischen Zustand des Fließgewässertyps 9.1.**

Die Uferstruktur ist vielfältig, die Uferlinie infolge von Auenstrukturen (Altarme), Uferbuchten und Inselbildungen deutlich länger als der Fließweg im Hauptstrom. Die Auen weisen infolge der ausgeprägten Mäandrierung eine Vielzahl typischer Auenhabitate (Altarme, Altwasser, Flutmulden und -rinnen, Randsenken) auf. Anhaltende und flächenhafte Überflutungen sind häufig. In Karstgebieten kann dieser Gewässertyp auch episodisch trockenfallen. Der Totholzanteil am Sohlensubstrat wird im sehr guten ökologischen Zustand im Fließgewässersteckbrief mit 5 - 10 % angegeben.

## 4. ENTWICKLUNGSZIEL

Das Entwicklungsziel resultiert aus dem Abgleich des Leitbilds bzw. Referenzzustands des jeweiligen Fließgewässertyps auf der einen und den örtlichen Rahmenbedingungen auf der anderen Seite. Die Wasserrahmenrichtlinie definiert den guten ökologischen Zustand prioritär über die biologischen Qualitätskomponenten (Fische, Makrozoobenthos, Makrophyten, Phytoplankton). Demzufolge sind auch die hier zu planenden hydromorphologischen Maßnahmen so auszurichten, dass sie grundsätzlich geeignet sind, entsprechende Effekte auf die aquatische Biozönose zu entfalten.

Die Definition des Entwicklungsziels erfolgt hier unter Berücksichtigung der in Tabelle 8 dokumentierten Rahmenbedingungen. Um eine effektive räumliche Vernetzung von Maßnahmen zu gewährleisten, orientiert man sich grundsätzlich am Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzept (DRL, 2008). Die Zieldefinition erfolgt dabei auf Basis funktionaler Raumeinheiten (Fließstrecken), wie sie die UBA-Fließgewässertyp-Steckbriefe definieren: „Verbindungsstrecke“, „Aufwertungslebensraum“, „Kernlebensraum“ sowie „sehr guter ökologischer Zustand“.

Rahmenbedingung	Wirkung
Denkmalgeschützte Schützengräben, welche das Hornbach-Tal durchqueren (vgl. Übersichtskarte E 2.3)	Abstimmung mit Denkmalschutz bei Erdarbeiten in relevanten Bereichen.
Ehemalige Brunnen- und Wasseraufbereitungsanlage (Vorland, rechts)	Ausschlussbereiche für eigendynamische Laufverlagerungsprozesse.
Entwässerungsgräben/Nebengewässer	Durchgängige Anbindung an den Hornbach sicherstellen bzw. herstellen.
Kleingartenanlage (Vorland rechts und insbesondere links)	Gewährleistung des Status-quo.

**Tabelle 8: Rahmenbedingungen mit restriktiver Wirkung auf die Maßnahmenplanung**

Unter Berücksichtigung der dokumentierten Rahmenbedingungen wird mittelfristig (~ 5 - 10 J.) die Entwicklung eines **Aufwertungslebensraumes** für Fließgewässertyp 9.1 im Sinne des Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzeptes als realistische Zielsetzung erachtet. Aufwertungslebensräume sind grundsätzlich geeignet, die hydromorphologischen Mindestvoraussetzungen für den guten ökologischen Zustand zu implementieren. Erhöhte Bedeutung kommt dabei den biologisch besonders bedeutsamen hydromorphologischen Parametern zu. Diese unterliegen im Rahmen der Maßnahmenplanung einer besonderen Aufmerksamkeit. In Verbindung damit sind die spezifischen Ansprüche der besonders anspruchsvollen Fischarten (Tab. 6) im Blick zu behalten. Insbesondere der Vernetzung der zur Reproduktion erforderlichen Teilhabitate (Kiesige Laichhabitate, Brütlingshabitate unmittelbar unterhalb dieser sowie Unterstände in Nähe der Laichhabitate) ist dabei zu beachten.

Die erforderliche hydromorphologische Mindestqualität für einen Aufwertungslebensraum wird auf Basis des UBA-Fließgewässertyp-Steckbriefes in Tabelle 9 definiert. Die UBA-Steckbriefe nehmen im Falle von Typ 9.1 eine Kennzeichnung der biologisch besonders bedeutsamen Parameter vor. Diese wurde hier deshalb vom Planungsbüro ergänzt (= blau hinterlegte Parameter).



**Bild 14 bis 17: Beispiele für das mittel- bis langfristige Entwicklungsziel in der Maßnahmenstrecke: Auch sandgeprägte Fließgewässer sind von Natur aus wenig eingetieft. Dies ist im Bereich der Maßnahmenstrecke unter den heutigen Gegebenheiten nicht realistisch. Einem hohen Totholzanteil und begleitenden wasserständigen Schwarzerlen kommt in sandgeprägten Fließgewässern eine herausragende ökologische Rolle zu. Gehölzbestandene Entwicklungskorridore stellen den für eine eigendynamische Laufverlagerung erforderlichen Raum bereit.**

Guter ökologischer Zustand (blau hinterlegt = Schlüsselkriterien)			Typ 9.1							
AUFWERTUNGSLEBENSRAUM			Mindestqualität							
			7	6	5	4	3	2	1	
1.1	Laufkrümmung	Schwach (5) bis stark geschwungen (3)								
1.2	Krümmungserosion									
1.3	Längsbänke									
1.4	Besondere Laufstrukturen									
Neu	Lauftyp	Überwiegend mit Nebengerinnen, unverzweigte Abschnitte kommen vor.								
2.1	Querbauwerke	Keine oder mit nur geringem Durchgängigkeitsdefizit.								
2.2	Verrohrung/Überbauung	Keine oder mit nur geringem Durchgängigkeitsdefizit.								
2.3	Rückstau	Kein Rückstau.								
2.4	Querbänke	wenige								
2.5	Strömungsdiversität	Gering bis mäßig.								
2.6	Tiefenvarianz	Gering bis mäßig.								
2.7	Ausleitung	Keine Ausleitung.								
3.1	Sohlsubstrat	Es dominieren Steine, Schotter, Kiese; daneben auch Sand								
3.2	Substratdiversität	mäßig								
3.3	Sohlverbau > 10 m	Kein Verbau oder Verbau, der die Durchwanderung typspezifischer Arten nicht oder nur geringfügig beeinträchtigt.								
3.4	Besondere Sohlstrukturen	wenige								
3.01	Besondere Sohlbelastungen (Sanddrift, Verockerung, Kolmatierung)	Max. geringe Belastungen, keine Verockerung (Ausnahme: geogen bedingt).								
NEU	Feinsedimentanteil (Sand, Schluff, Ton)	< 10 % in durchströmten, grobmaterialreichen Bereichen; in strömungsberuhigten Bereichen auch dominant.								
	Grobsedimentanteil	Dominant								
	Dynamische / lagestabile Anteile am dominierenden Substrat									
	<b>Totholz (Anteil am Sohlsubstrat)</b>	<b>gering (mindestens 2 - 5 %)</b>								
	Makrophyten (Deckung)	Geringer Anteil typspezifischer Arten (Keine Bewertung infolge starker Abhängigkeit von sonstigen Parametern (Nährstoffe ...))								
	Tiefenerosion/Sohlerosion									
4.1	Profiltyp	Verfallendes Regelprofil oder naturnäher.								
4.2	Profiltiefe									
4.3	Breitenerosion									
4.4	Breitenvarianz	gering								
4.5	Durchlass/Brücke	Keine strukturell schädlichen bzw. maximal geringes Durchgängigkeitsdefizit.								
5.1	Uferbewuchs	Vorherrschend bodenständige Schwarzerlen-Galerie bzw. Einzelgehölze								
5.2	Uferverbau	Kein bis untergeordnet (< 50 %; max. Lebendverbau, Steinsch.)								
5.3	Besondere Uferstrukturen	Ansätze								
5.01	Besondere Uferbelastungen	Kein Schwall und Sunk, max. geringe Belastungen.								
5.02	Beschattung	Mindestens halbschattig (> 25 - 50 %)								
6.1	Flächennutzung									
6.2	Gewässerrandstreifen	Vorherrschend Saumstreifen.								
6.3	Schädliche Umfeldstrukturen									
6.01	Besondere Umfeldstrukturen	wenige								
	Notwendiger Entwicklungskorridor	Innerhalb des vorhandenen Profils oder bis max. 25 %.								
Durchgängigkeit	Longitudinale Passierbarkeit aufwärts lineare Durchgängigkeit	Kein oder geringes Durchgängigkeitsdefizit.								
	Longitudinale Passierbarkeit abwärts lineare Durchgängigkeit	Kein oder geringes Durchgängigkeitsdefizit.								
	Laterale Passierbarkeit, Gewässer u. Aue									
	Geschiebehaushalt	Kein bis geringes Defizit.								
	Wasserführung	Permanente Wasserführung (keine signifikante Verminderung bzw. Erhöhung der natürlichen mittleren Fließgeschwindigkeit der dominierenden Abflussverhältnisse).								
	Abflussdynamik	Max. mäßige Steigerung der natürlichen hydraulischen Sohl- und Uferbelastungen (abhängig von der Ausuferbarkeit).								
	Flächiger Sohlverbau	Keiner								
	Kolmatierung in Stauräumen	Keine								
	Ausuferungsvermögen	Gering bis mittel.								

Tabelle 9: Dokumentation des Entwicklungsziels für die Maßnahmenstrecke am Hornbach

## 5. PLANUNG

### 5.1 PLANUNGSGRUNDLAGEN

Es fanden die nachfolgenden Grundlagen Eingang in die Planung:

- Topografische Karten, Luftbilder, ALK-Daten vom Plangebiet
- Laserscan des Plangebietes als Vermessungsgrundlage  
Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz
- Abflussdaten zum Pegel Althornbach  
Pegel befindet sich rund 8 km oberhalb der Mündung  
Geoportal Wasser Rheinland-Pfalz
- 2-D Wasserspiegellagenberechnung Bestand  
Längsschnitte und Querprofile zur hydraulischen Berechnung des Hornbachs  
Ingenieurbüro Reinhard Beck
- Umwelttechnischer Bericht  
Dr. Jung + Lang Ingenieure, Saarbrücken, 06.03.2020
- Vorplanung, Ingenieurbüro Durawa, 30. August 2022
- Entwurfsplanung, Ingenieurbüro Durawa, 26. November 2022
- Orts- und Erörterungstermine, u. a.:
  - SGD-Süd, 26.09.2022, Besprechung der Vorplanung  
Teilnehmer: SGD-Süd, UBZ Zweibrücken, Ingenieurbüro Durawa
  - SGD-Süd, 28.11.2022, Besprechung der Entwurfsplanung  
Teilnehmer: SGD-Süd, UBZ Zweibrücken, Ingenieurbüro Durawa

Für die **Bestandsaufnahme, Bewertung und Planung** wurden insbesondere folgende Vorschriften und Empfehlungen verwendet:

1. Strategien zur Optimierung von Fließgewässer-Renaturierungsmaßnahmen und ihrer Erfolgskontrolle (Umweltbundesamt, Texte 43/2014) einschließlich Anhang 1: Hydromorphologische Steckbriefe deutscher Fließgewässertypen. Hier: Typ 9 - Silikatische fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse bzw. 9.1 Karbonatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse.
2. Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzept in der Planungspraxis. LANUV-Arbeitsblatt 16. Einschließlich Anhang III: Anforderungen an die Funktionselemente des Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzeptes.
3. Gewässerstrukturgütekartierung in der Bundesrepublik Deutschland. Verfahren für kleine und mittelgroße Fließgewässer (LAWA 1999). *Es handelt sich um die in Rheinland-Pfalz zur Anwendung kommende Methodik zur Erfassung der Gewässerstruktur.*
4. Merkblatt DWA-M 610: Neue Wege der Gewässerunterhaltung - Pflege und Entwicklung von Fließgewässern.
5. Merkblatt DWA-M 612: Gewässerrandstreifen - Uferstreifen - Entwicklungskorridore: Grundlagen und Funktionen, Hinweise zur Gestaltung, Beispiele

## 5.2 VORGEHENSWEISE

Die vorliegende Planung resultiert aus der Verschneidung von gewässertypischem Leitbild und den örtlichen Rahmenbedingungen (Restriktionen) zum Entwicklungsziel. Das Entwicklungsziel (= Aufwertungslebensraum) wird anschließend dem hydromorphologischen Bestand gegenübergestellt (vgl. Plan-Unterlage 4). Aufgrund der gleichartigen defizitären Ausprägung sowie des gleichen Planungsansatzes, kann dies hier einheitlich für die gesamte Maßnahmenstrecke erfolgen. Eine Differenzierung der Planungskonzeption in Bezug auf die beiden im Zuge der Gewässerstrukturkartierung abgegrenzten 500-Meter-Abschnitte (Strukturkartierung) bzw. Teile davon ist nicht erforderlich.

Aus dem Vergleich von Bestand und Entwicklungsziel ergibt sich die Planung. Sie ist darauf ausgerichtet, die Anforderungen des Entwicklungsziels hinsichtlich jeden einzelnen relevanten hydromorphologischen Parameters zu gewährleisten. Erreichbare und nicht erreichbare Qualitätsanforderungen werden in der Tabelle „Planung“ ebenso gekennzeichnet, wie Parameter, welche keiner Maßnahmenkonzeption bedürfen.

## 5.3 PLANUNGSKONZEPT

Die in Kapitel 2 bzw. Tabelle 1, Plan-Unterlage Nr. 4 dargestellten hydromorphologischen Defizite stellen eine grundlegende Lebensraumbeeinträchtigung innerhalb der Maßnahmenstrecke dar. Die Aufwertung des Hornbachs durch Einbau verschiedener gewässertypischer und morphodynamisch sowie biologisch relevanter Strukturen soll zunächst die kurz- und mittelfristige Bereitstellung einer morphologischen Mindestqualität für die Biozönose gewährleisten. Gleichzeitig soll durch eine punktuelle Redynamisierung des Hornbachs eine fortlaufende Entwicklung in Gang gesetzt werden, welche langfristig zu einem selbstregenerierenden System führt.

Die Redynamisierung erfolgt durch Entnahme des bestehenden Uferverbau sowie Einbau von fünf großen Dreiecksbuhnen, welche ihre größte hydraulische Wirksamkeit (Strömunglenkung auf das gegenüberliegende Ufer) bei bordvollem Abfluss erreichen. In der Folge sollen an diesen Punkten eigendynamische Laufverlagerungsprozesse ausgelöst und auch fortlaufend in Gang gehalten werden. Hierzu sind ggf. in den Folgejahren weitere unterstützende Maßnahmen (= laterale Nachführung der Buhnen entsprechend dem Fortschritt der Laufverlagerung) erforderlich.

Durch Einbau weiterer Initialstrukturen in Form von Steinbuhnen, Pyramidenstamm-buhnen, Raubäumen, Wurzelstöcken und Totholzstrukturen verschiedener Art sollen weitere kleinräumige Effekte bewirkt werden, welche im Ergebnis eine Strömungs-, Tiefen- und Substratdiversifizierung nach sich ziehen. Diese ist Voraussetzung für die Entwicklung einer größeren Vielfalt an Kleinlebensräumen und sogenannten Teilhabitaten, welche für die aquatischen Organismen (Fische, Makrozoobenthos) von essenzieller Bedeutung sind. Hierzu gehören z. B. strömungsberuhigte Flachwasserzonen für Brütline und Jungfische, welche im optimalen Falle unmittelbar unterhalb der Laichhabitate liegen sollen. Weiterhin sind dies aber auch Tiefwasserbereiche

und Unterstände für größere Tiere mit Sichtschutz zum Luftraum, welche Rückzugsräume gegenüber Beutegreifern (z. B. Kormoran, Fischreiher) aus der Luft darstellen.

Der Schaffung von Laichhabitaten für kieslaichende Fischarten kommt innerhalb der Maßnahmenstrecke eine besondere Bedeutung zu, da diese heute nicht in adäquater Qualität vorliegen.

Der Einbau von Kies in schneller durchströmten Bereichen ist deshalb in regelmäßigen Abständen vorgesehen (vgl. Planunterlagen).

Tab. 10 fasst artbezogen die zu schaffenden Teilhabitate für die Fischfauna zusammen.

Strukturell besonders anspruchsvolle Arten	Planerisch zu berücksichtigende Lebensraumsprüche (essenzielle Teilhabitate)
<b>Groppe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kolmatierungsfreie Sohle mit höhlenreichem Grobmaterial (Laichhabitate) in schneller durchströmten Fließstrecken sowie benachbarte feinkörnigere, schwächer durchströmte Uferbereiche (Fein-/Mittelkies und Sand).</li> <li>➤ Flächige Steinschüttungen sind zu vermeiden; es reichen Einzelsteine. Es sind Synergieeffekte mit den primär zu implementierenden kiesigen Laichhabitaten anzustreben!</li> <li>➤ Raumbedarf pro Habitat: <b>&lt; 100 m</b>.</li> </ul>
<b>Bachforelle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Gut über-/durchströmte kiesige Laichhabitate: typischerweise sind dies kiesige Riffle-Strukturen und deren unmittelbares Oberwasser mit mindestens 30 cm mächtigen lockeren, allenfalls gering kolmatierten grobkiesigen Ablagerungen (<math>\varnothing</math> 2,0 - 6,3 cm).</li> <li>➤ Unterstände (Wurzelunterstände, Uferunterspülungen, Treibholzverkläunungen und Sturzbäume) in unmittelbarer Laichplatznähe sowie in regelmäßigen Abständen im gesamten Habitat.</li> <li>➤ Flache, strömungsarme Uferbereiche unmittelbar unterhalb der kiesigen Laichhabitate.</li> <li>➤ Tiefe Kolke und Pools (u. a. Wintereinstand).</li> <li>➤ Rauschflächen (grobkiesig bis steinig).</li> <li>➤ Raumbedarf pro Habitat: <b>wenige 100 m</b> (500 Meter sollten nicht unterschritten werden).</li> </ul>
<b>Äsche</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Gut über-/durchströmte kiesige Laichhabitate: typischerweise sind dies kiesige Riffle-Strukturen und deren unmittelbares Oberwasser mit mindestens 30 cm mächtigen lockeren, allenfalls gering kolmatierten grobkiesigen Ablagerungen (<math>\varnothing</math> 1,0 - 5,0 cm).</li> <li>➤ Unterstände (Wurzelunterstände, Uferunterspülungen, Treibholzverkläunungen und Sturzbäume) in unmittelbarer Laichplatznähe sowie in regelmäßigen Abständen im gesamten Habitat.</li> <li>➤ Flache, strömungsarme Uferbereiche unmittelbar unterhalb der kiesigen Laichhabitate.</li> <li>➤ Flach abfallende, angeströmte Bereiche (typischerweise Gleitufer mit Übergang zu Tiefrinnen, Kolken, Pools).</li> <li>➤ Tiefrinnen (schwach bis stark durchströmt) sowie tiefe Kolke und Pools (u. a. Wintereinstand).</li> <li>➤ Raumbedarf pro Habitat: <b><math>\geq</math> 2,5 km</b>.</li> </ul>
<b>Barbe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Gut über-/durchströmte großflächige Laichhabitate mit allenfalls gering kolmatierten grobkiesigen Ablagerungen (<math>\varnothing</math> 2,0 - 3,0 cm). Barben schlagen keine Laichgruben: die Mächtigkeit der Ablagerungen ist weniger relevant.</li> <li>➤ Flache, strömungsarme Uferbereiche unmittelbar unterhalb der kiesigen Laichhabitate.</li> <li>➤ Flach abfallende, angeströmte Bereiche (typischerweise Gleitufer mit Übergang zu Tiefrinnen, Kolken, Pools).</li> <li>➤ Tiefrinnen (schwach durchströmt).</li> <li>➤ Tiefe Kolke und Pools (u. a. Wintereinstand).</li> <li>➤ Unterstände (Wurzelunterstände, Uferunterspülungen, Treibholzverkläunungen und Sturzbäume).</li> <li>➤ Raumbedarf pro Habitat: <b><math>\geq</math> 5 km</b>.</li> </ul>
<b>Bachneunauge</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Gut über-/durchströmte fein- bis mittelkiesige Laichhabitate (<math>\varnothing</math> 0,2 - 3,0 cm). Die Larven (Querder) wachsen anschließend im schlammig bis sandigen Feinsedimentbänken heran. Beide Substrattypen müssen in unmittelbarer Nachbarschaft vorliegen.</li> <li>➤ Raumbedarf pro Habitat: <b>&lt; 100 m</b>.</li> </ul>
<b>Nase</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Gut über-/durchströmte großflächige Laichhabitate mit grobkiesigen bis steinigen Ablagerungen (<math>\varnothing</math> 2,0 - 12 cm). Nasen schlagen keine Laichgruben, weshalb die Mächtigkeit der Ablagerungen nicht relevant ist.</li> <li>➤ Flache, strömungsarme Uferbereiche unmittelbar unterhalb der kiesigen Laichhabitate.</li> <li>➤ Flach abfallende, angeströmte Bereiche (typischerweise Gleitufer mit Übergang zu Tiefrinnen, Kolken, Pools).</li> <li>➤ Tiefrinnen (schwach bis stark durchströmt).</li> <li>➤ Tiefe Kolke und Pools (u. a. Wintereinstand).</li> <li>➤ Unterstände (Wurzelunterstände, Uferunterspülungen, Treibholzverkläunungen und Sturzbäume).</li> <li>➤ Raumbedarf pro Habitat: <b><math>\geq</math> 5 km</b>.</li> </ul>
<b>Meerforelle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Gut über-/durchströmte grobkiesige Laichhabitate (<math>\varnothing</math> 2 - 6,3 cm) mit großer Mächtigkeit (<math>&gt;</math> 0,6 m) u.</li> </ul>



<b>Atlantischer Lachs</b>	Ausdehnung. ➤ Unterstände (Wurzelunterstände, Uferunterspülungen, Treibholzverkläusungen und Sturzbäume) in unmittelbarer Laichplatznähe. ➤ Fläche, strömungsarme Uferbereiche unmittelbar unterhalb der kiesigen Laichhabitats. ➤ Rauschflächen (grobkiesig bis steinig) ➤ Tiefe Kolke und Pools (u. a. Wintereinstand). ➤ Raumbedarf: <b>wenige 100 m</b> (500 Meter sollten nicht unterschritten werden), ➤ Raumbedarf pro Habitat: <b>≥ 0,5 km</b> .
<b>Bitterling</b>	➤ Die Art ist an das Vorkommen von Großmuscheln (Teich-, Malermuschel) und stillgewässerartigen Auenhabitats gebunden, kommt aber - sofern die genannten Voraussetzungen gegeben sind - bisweilen auch im durchströmten Hauptstrom vor.

Nachfolgend werden die relevanten Parameter analog zur Bestandsaufnahme zusammenfassend dargestellt und erläutert (Tab. 11). Die detaillierte Beplanung der Einzelparameter kann der Planunterlage entnommen werden.

Siehe folgende Seite.

## Gewässerstruktur - Planung -

Hauptparameter	Planung
<b>Laufentwicklung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Eine aktive Laufverlagerung ist infolge der zu bewegenden Erdmassen und der daraus resultierenden Kosten nicht möglich.</li> <li>→ Krümmungserosion wird an allen restriktionsfreien Prallufeln sowie zusätzlich im Bereich geradliniger Strecken durch große Strömungsenker initialisiert. Ausbildung typischer Prall-/Gleitufer-Asymmetrie.</li> <li>→ Teilregeneration des Geschiebehaushalts durch künstliche Geschiebeeinbringung der Kiesfraktion (vorwiegend 2 - 5cm Durchmesser).</li> <li>→ Typische Laufstrukturen werden in Form von morphodynamisch wirksamen Sturzbäumen sowie gewässerbett-verengenden massiven Strömungsenkern geschaffen.</li> <li>→ Die Anlage von Nebengerinnen ist aus demselben Grund wie eine aktive Laufverlagerung nicht möglich.</li> </ul>
<b>Längsprofil</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Implementierung typischer Riffle-Pool-Abfolgen. Insbesondere den kiesigen Querbänken als potenziellen Laichhabitaten kommt herausragende Bedeutung im in dieser Hinsicht stark degradierten Hornbach zu.</li> <li>→ Erhöhung der Strömungsdiversität und Tiefenvarianz durch Einbau hydraulisch wirksamer Totholzstrukturen sowie von Steinbuhnen verschiedener Ausführung.</li> </ul>
<b>Sohlenstruktur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Die Sohle des Hornbachs lässt keinen intakten Zustand erwarten (die mangelnde Sicht lässt diesbezüglich allerdings nur eingeschränkt Rückschlüsse zu). Der Geschiebehaushalt innerhalb der Maßnahmenstrecke ist stark defizitär und kann über das hier in Frage kommende Maßnahmenspektrum nur bedingt regeneriert werden. Umso wichtiger ist der Einbau von Geschiebe der Kiesfraktion.</li> <li>→ Substratdiversität ist immer auch an Strömungs- und Tiefendifferenzierungen gebunden. Diese Komponenten werden durch verschiedene hydraulisch wirksame Einbauten deutlich aufgewertet.</li> <li>→ Einbau von morphodynamisch wirksamem Totholz im Sohlenbereich (Unterstände, Tiefrinnen, Flachwasserbereiche).</li> </ul>
<b>Querprofil</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ An mehreren Stellen wird eine Prall-/Gleitufer-Asymmetrie modelliert bzw. initiiert.</li> </ul>
<b>Uferstruktur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Entnahme der Ufersicherung entlang des linken Ufers (in Fließrichtung gesehen). Die Entnahme der Ufersicherung soll langfristig eine eigendynamische Laufentwicklung und Breitendifferenzierung (Breitenerosion) sowie eine selbstregenerierende Versorgung mit typischen Gehölz- und Totholzstrukturen sicherstellen.</li> <li>→ Zu dicht gepflanzte und damit einer naturnahen eigendynamischen Entwicklung entgegenstehende Ufergehölze werden ausgedünnt. Es erfolgt ein naturschutzfachlicher Ausgleich an anderer Stelle im Uferbereich oder aber im Entwicklungskorridor.</li> <li>→ Einbau von Totholz- und Steinstrukturen im Uferbereich (Wurzelstöcke, Ufersporne in Form von Steinbuhnen, Wurzelstämmen u. Stammbuhnen) als Ersatz für die weitgehend fehlenden natürlichen Strukturen.</li> </ul>
<b>Gewässerumfeld</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Auf der weit überwiegenden Fließstrecke wird einseitig ein Entwicklungskorridor bereitgestellt, welcher uneingeschränkt für eine eigendynamische Entwicklung des Hornbachs zur Verfügung steht.</li> </ul>

Durchgängigkeit - Planung -	
<b>Longitudinale Durchgängigkeit</b>	
Biologie, aufwärts	→ Keine baulichen Maßnahmen erforderlich. Es erfolgt zukünftig eine ökologisch orientierte beobachtende Unterhaltung, welche insbesondere auch den (Tot-)Holzhaushalt des Hornbachs berücksichtigt.
Biologie, abwärts	
Geschiebe	→ Die Aktivierung natürlicher grobkörniger Geschiebequellen in den initiierten Pralluferbereichen ist nicht möglich, da ausschließlich Auenlehme anstehen. → Es erfolgen künstliche Geschiebezugaben. → Die Erhöhung des natürlichen Totholzanteils ist ein langfristiges Ziel, welches durch eine extensive Gewässerunterhaltung (Totholzmanagement) sichergestellt werden soll.
Totholzdrift	→ Umfassende künstliche Totholzimplementierung (massive Stämme einschließlich stärkerer Äste; Baumkronen, Wurzelstöcke)
<b>Laterale Durchgängigkeit</b>	
Biologie u. Morphologie, lateral	→ Eine ausgeprägte laterale Vernetzung ist aufgrund der Geländetopographie ( $\Delta h$ Gewässersohle – Vorland) nicht möglich. → Unter dem gegebenen Kostenrahmen ist die Anlage von Altarmen nicht möglich.
<b>Vertikale Durchgängigkeit</b>	
Biologie, vertikal	→ Verbesserung des Interstitial-Aufbaus durch künstliche Geschiebezugaben der Kiesfraktion.

Wasserhaushalt - Planung -	
Wasserentnahmen	Keine Maßnahmen notwendig.
Einleitungen und anthropogen verstärkter Oberflächenabfluss	Keine Maßnahmen notwendig.
Hydrologisch relevante Landnutzung	Keine Maßnahmen notwendig.
Auenveränderungen	Keine Maßnahmen vorgesehen (Wasserschutzgebiet).
Abflussregulierung	Aufhebung bzw. Verringerung des Rückstaueffektes oberhalb der Sohlgleite. Ansonsten keine Maßnahmen notwendig.

**Tabelle 11: Planung bezüglich der Qualitätskomponente Hydromorphologie**

Sie hierzu Plan-Unterlage Nr. 4, Tabellen zur Bestandsaufnahme und Planung, Tabelle 6 „Planung“

## 5.4 UFERGEHÖLZE UND GEHÖLZBESTANDENER ENTWICKLUNGSKORRIDOR

Ufergehölze sind untrennbarer Bestandteil nahezu aller Fließgewässertypen. Ihr Fehlen hat unmittelbare Auswirkungen auf die Strukturausstattung wie auch z. B. auf die Wassertemperatur und den Nahrungshaushalt unserer Fließgewässer. Auch ihr Wachstum gewährleistet aber nicht in jedem Falle eine naturnahe oder gar natürliche Uferstruktur.

Natürlicherweise stocken Ufergehölze in größerem Abstand zueinander am Gewässerufer. In naturnahen Querprofilen bilden sich dann die typischen Erlenbuchten in den Zwischenräumen der Gehölze. Stocken die Ufergehölze zu dicht aneinander, dann entfalten ihre Wurzelstöcke eine Verbauwirkung („Lebendverbau“) und generieren keine Ufer- und Sohlenstrukturen innerhalb des aquatischen Bereiches. Dies ist im hier beplanten Maßnahmenbereich auf weiter Strecke der Fall. Infolgedessen ist - wie auch infolge der geplanten Profilaufweitung - die Entnahme von vorhandenen Ufergehölzen unumgänglich. In den Pralluferbereichen bedarf es zur Initiierung aktiver Prallufer ebenfalls der Entnahme von Gehölzen unabhängig von deren Abstand zueinander.

Abschnitt	Gehölzrodung/Gehölzauslichtung	BHD (Brusthöhendurchmesser)	Stück
A-A	Gehölzrodung	0,3 - 0,4 m (= mittleres Baumholz)	10
B-B	Gehölzrodung	0,25 - 0,4 m (= mittleres Baumholz)	8
C-C	Gehölzrodung	0,25 - 0,3 m (= mittleres Baumholz)	6
D-D	Gehölzrodung	0,2 - 0,4 m (= mittleres Baumholz)	18
E-E	Gehölzauslichtung	0,2 - 0,3 m (= mittleres Baumholz)	5
F	Gehölzrodung	0,4 m (= mittleres Baumholz)	1
G	Gehölzauslichtung	0,3 - 0,4 m (= mittleres Baumholz)	2
H	Gehölzauslichtung	0,3 m (= mittleres Baumholz)	3
I	Gehölzrodung (Fichten)	0,5 m (= mittleres Baumholz)	5
<b>Verlust an Ufergehölzen insgesamt:</b>			<b>58 Stück</b>
<b>Naturschutzfachliche Bedeutung:</b>			
Es werden keine offensichtlichen Habitatbäume (Altholz mit Baumhöhlen, absteher Rinde oder sonstigen artenschutzrechtlich bedeutsamen Kleinhabitaten (z. B. Wurzelunterstände) beseitigt). Bei der Auslichtung werden jeweils die wachstumsschwächsten Gehölze beseitigt. Die Auslichtung fördert das Wachstum der verbleibenden Gehölze und schafft Raum für eine eigendynamische Gewässerentwicklung.			
<b>Ersatzpflanzung von Gehölzen:</b>			
Nachpflanzung von Heistern (1 - 2-jährig aus Naturverjüngung der Umgebung) im Bereich der gehölzfreien Ufer und des Entwicklungskorridors (Verhältnis Ausgleich zu Verlust 4:1 (Sicherstellung einer ausreichenden Anzahl großwerdender Gehölze): Insgesamt wären damit 232 Heister zu pflanzen. Die Prallufer sind an der Wasserlinie von Gehölzen frei zu halten. Der Abstand der Ufergehölze zueinander sollte ansonsten entlang der Niedrigwasserlinie 7 m nicht unterschreiten.			

**Tabelle 12: Planung Ufergehölze**

## 5.5 ZUSAMMENFASSUNG PLANUNG

Die Planung verfolgt den Anspruch, das für einen Aufwertungslebensraum des Fließgewässertyps 9 bzw. 9.1 erforderliche Mindeststrukturinventar kurzfristig bereitzustellen und gleichzeitig eine fortlaufende eigendynamische Entwicklung in Gang zu setzen, welche den Hornbach im Maßnahmenbereich langfristig zu einem selbstregenerierenden System werden lässt.

## 6. ÜBERSCHWEMMUNGSGEBIET UND WASSERSPIEGELLAGEN

### 6.1 GRUNDLAGEN

- Vorläufige Sicherung von Überschwemmungsgebieten gem. § 76 Abs. 3 WHG durch die Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd, 18.05.2018
- Verfahren zur Festsetzung von Überschwemmungsgebieten gem. § 76 Abs. 4 WHG i.V.m. § 112 Abs. 2 LWG, Beteiligung der Öffentlichkeit durch die Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd.
  - Einsichtnahme für die Öffentlichkeit: 13.02.2023 bis 13.03.2023
  - Bedenken und Anregungen: bis zum 27.03.2023

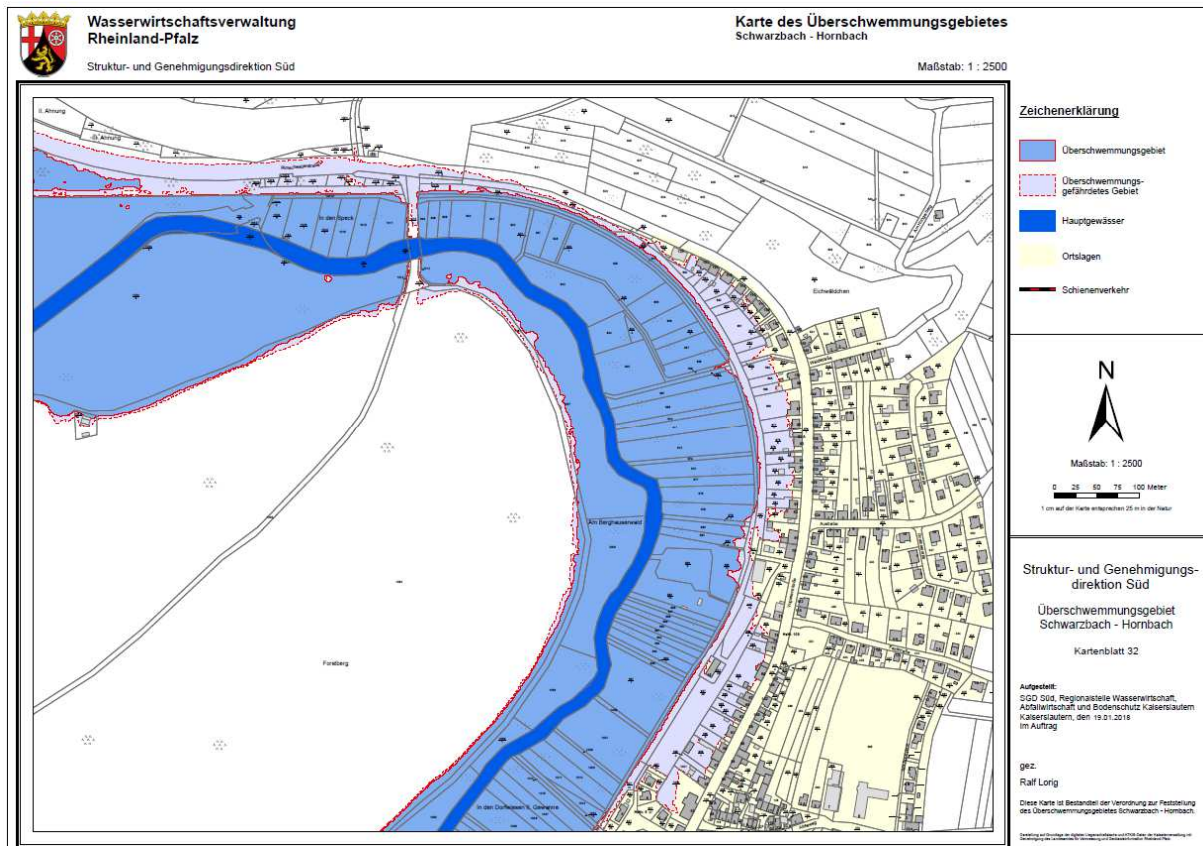
Unterlagen: - Kartenentwürfe (19.01.2018)  
- Erläuterungsbericht (19.01.2018, ergänzt: 22.08.2018)  
- Entwurf der Rechtsverordnung (10.2022)

- Berechnungsgrundlagen gemäß Erläuterungsbericht (19.01.18, ergänzt: 22.08.18):  
Die Ermittlung des Überschwemmungsgebietes erfolgte am Hornbach im Rahmen des Projektes TIMIS flood (Transnational Internet Map Information System on flooding) „Nationale Ergänzung Rheinland-Pfalz“. Für das Stadtgebiet Zweibrücken wurde infolge der dort komplexen Fließbedingungen die Wasserspiegellage mit einer zweidimensionalen hydraulischen Modellierung (Programmsystem Hydro\_AS-2D) berechnet.

- Für die Kalibrierung des 2-D Modells und die Ermittlung der Hochwasserabflüsse wurde die Hochwasserstatistik und Ganglinie des Pegels Althornbach für **das statistische Hochwasser im Dezember 1993** ausgewertet.

- Das Überschwemmungsgebiet für den Hornbach wird gemäß § 76 WHG für das Gebiet ausgewiesen, in denen ein Hochwasserereignis statistisch einmal in 100 Jahren zu erwarten ist.

Karte des Überschwemmungsgebietes im Bereich von Bauabschnitt 2 siehe folgende Seite.



**Bild 18: Überschwemmungsgebiet Bauabschnitt 2, Kartenblatt 32, SGD-Süd**

- Die Berechnungsdatei (hydro\_as-2d) des Überschwemmungsgebietes wurde vom UBZ Zweibrücken als Berechnungsgrundlage übermittelt.
- Die weiteren Werte für die Niedrig-, Mittel- und Hochwasserabflüsse des Hornbachs wurden aus den Messdaten des Pegels Althornbach (Geoportal Wasser Rheinland-Pfalz, Landesamt für Umwelt) entnommen:

NQ	MNQ	MQ	MHQ	HQ <sub>100</sub>
1,08 m <sup>3</sup> /s	1,75 m <sup>3</sup> /s	4,58 m <sup>3</sup> /s	47,50 m <sup>3</sup> /s	180,0 m <sup>3</sup> /s
(06.02.63)				(21.12.93)

**Tabelle 13: Abflüsse Pegel Althornbach (Hauptwerte Abfluss)**

- Bei den Berechnungen wurden Sohle, Böschung, Vorländer sowie das Raugerinne hinsichtlich der Rauheit unterschieden. Folgende Rauheitswerte  $k_{ST}$  nach Manning-Strickler gingen hierbei in die Berechnung ein:

•  **$K_{ST}$**

- Sohle:  $k_{ST} = 27 \text{ m}^{1/3} / \text{s}$
- Böschung:  $k_{ST} = 20 \text{ m}^{1/3} / \text{s}$
- Vorländer:  $k_{ST} = 22 \text{ m}^{1/3} / \text{s}$
- Raugerinne:  $k_{ST} = 18 \text{ m}^{1/3} / \text{s}$

Die zuvor aufgeführten Werte entstammen der „Tabelle  $k_{ST}$ -Werte finaler Kalibrierungslauf Hochwasser 1993, Berechnung Überschwemmungsgebiet Schwarzbach-Hornbach“ (Quelle: Umwelt- und Servicebetrieb Zweibrücken).

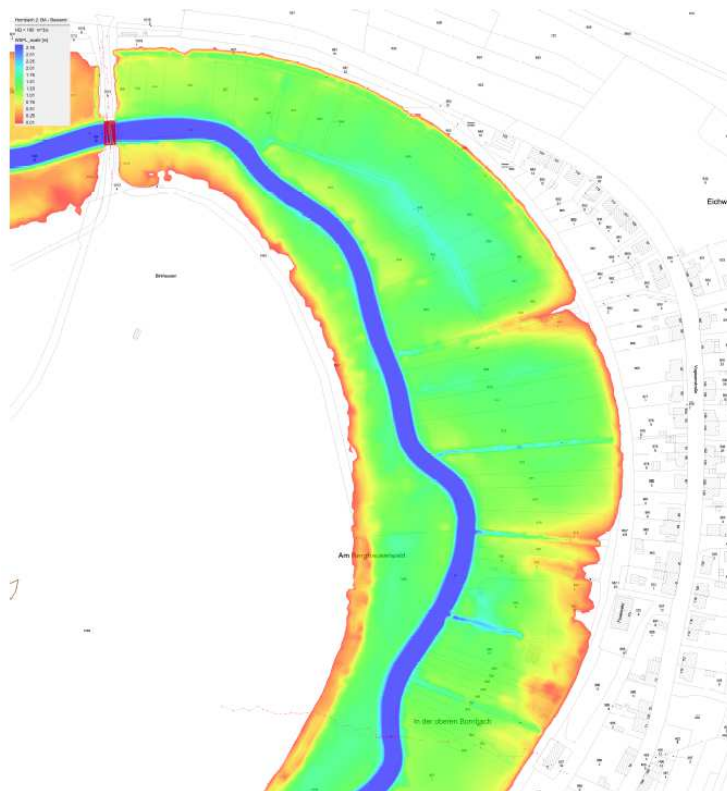
## 6.2 HYDRAULISCHES BERECHNUNGSMODELL

Das hydraulische Berechnungsmodell wird aus digitalen Geländedaten mit einer Rasterweite von 1 m erstellt. Das Untersuchungsgebiet wird hierbei detailliert mit einem aus Dreiecks- und Viereckselementen bestehenden Berechnungsnetz aufgebaut. Die Verwendung eines solchen Berechnungsnetzes ermöglicht die Anpassung an die jeweiligen hydrodynamischen Gegebenheiten des jeweiligen Untersuchungsgebietes.

### 6.2.1 BERECHNUNGSMODELL BESTAND

Für die Feststellung des Überschwemmungsgebietes im TIMIS-Projekt wurde für die Vorlandgeometrie eine hoch aufgelöste Laserscanvermessung genutzt. Die Gerinnegeometrie wurde anhand von terrestrischen Höhenaufnahmen des Gewässerbettes abgebildet. Für die Kalibrierung des 2D-Modells und die Ermittlung der Hochwasserabflüsse wurde die Hochwasserstatistik und die Ganglinie am Pegel Althornbach verwendet.

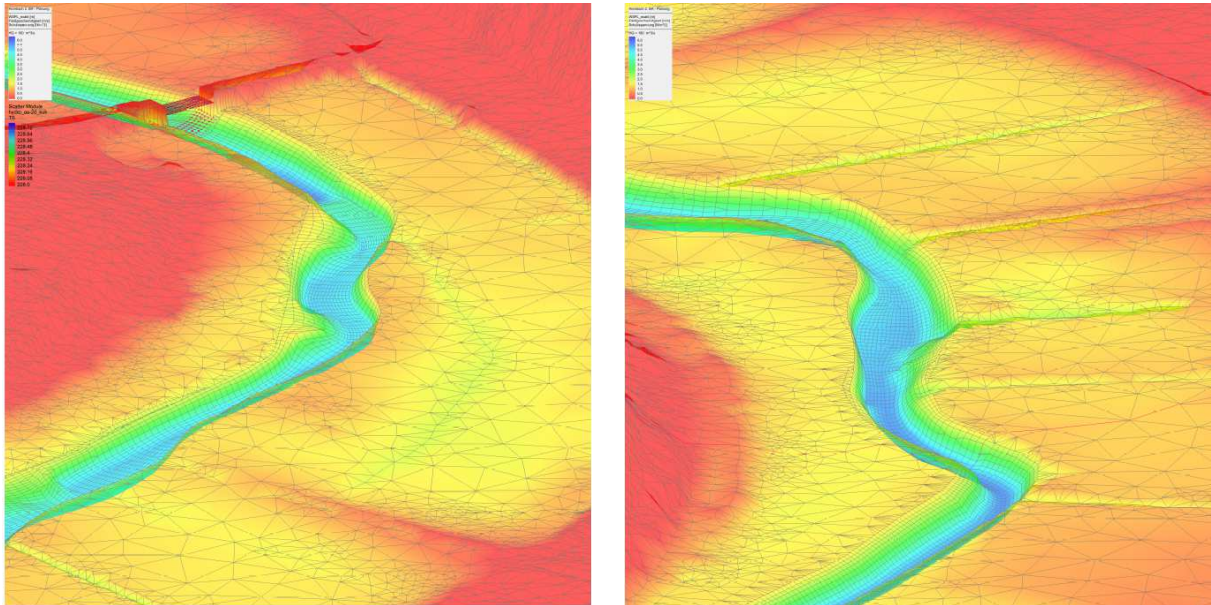
Das bereits vorhandene Berechnungsmodell der Bestandssituation war folgend Grundlage weiterer Berechnungen für den Planungszustand.



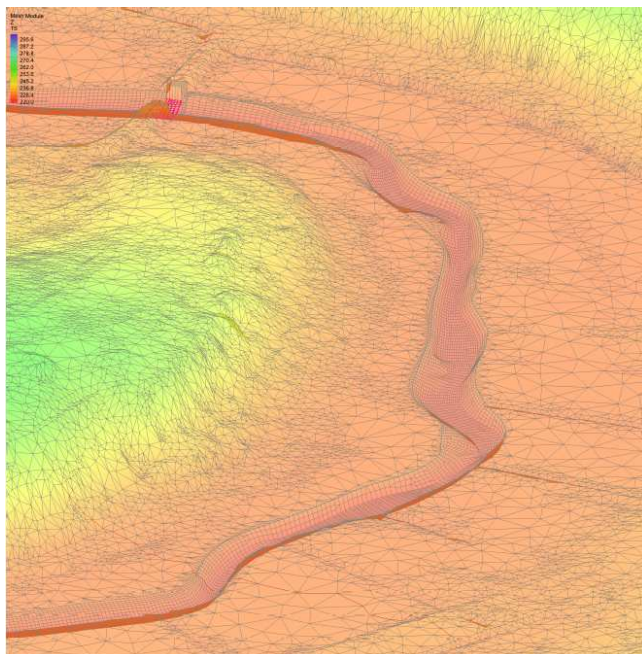
**Bild 19: Wasserspiegellage HQ<sub>100</sub>, Berechnungsmodell Bestand, vgl. Bild 18**

## 6.2.2 BERECHNUNGSMODELL PLANUNG

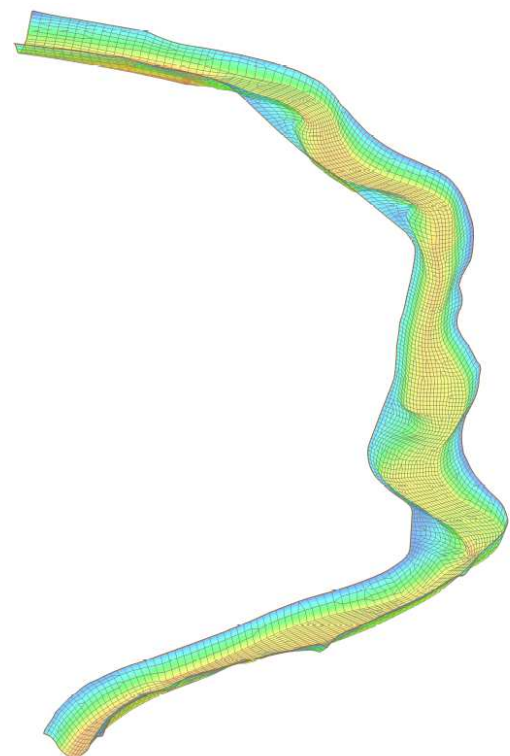
Die vorhandene 2D-Modellierung wurde mit dem Programm SMS (Surface-Water Modelling System, Aquaveo) zu dem Berechnungsmodell der Planung überarbeitet. Hierbei wurden die Modellparameter in den Bereichen der Strömunglenker, Aufweitungen und Böschungsabflachungen entsprechend angepasst.



**Bild 20 und 21: Berechnungsmodell Planung mit Brückenbauwerk, Strömunglenkern und Aufweitungsbereichen**



**Bild 22 und 23: Flussschlauch**





## 6.3 BERECHNUNGSERGEBNISSE

Mit dem beschriebenen Berechnungsmodell Planung wurden die Ergebnisse der Wasserspiegellage, der Fließgeschwindigkeit und der Schubspannung der Bestandssituation gegenübergestellt.

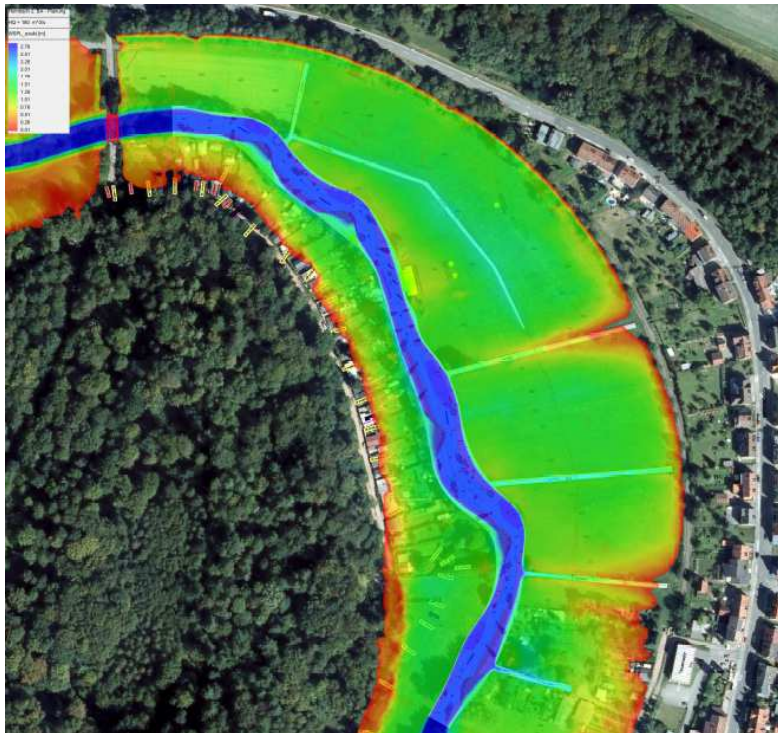
### 6.3.1 WASSERSPIEGELLAGE

Tabelle 14 zeigt den maximalen Anstieg bzw. die maximale Absenkung des Wasserspiegels aufgrund der geplanten Renaturierungsmaßnahme. Die Wasserspiegellage ändert sich demnach gegenüber der Bestandssituation nur geringfügig (maximaler Anstieg 6 cm, maximale Absenkung 10 cm bei MHQ). Die detaillierte Ausgabe der Berechnungsergebnisse ist der Anlage 1.3 zu entnehmen (Berechnungstabellen und Karten 1.2.1 bis 1.2.5, Wasserspiegellage Planung).

Abfluss	max. Anstieg Wsp.	Profil	max. Absenkung Wsp.	Profil
<b>NQ</b>	kein Anstieg	--	5 cm	20 bis 27
<b>MNQ</b>	kein Anstieg	--	5 cm	3 und 4
<b>MQ</b>	3 cm	258340, 258360	2 cm	10-12, 15, 16, 20
<b>MHQ</b>	6 cm	4	10 cm	258380, 20, 21, 27
<b>HQ<sub>100</sub></b>	3 cm	258350, 4	9 cm	20

**Tabelle 14: Vergleich der Wasserspiegellage Bestand und Planung**

Der minimale Anstieg des Wasserspiegels bei HQ<sub>100</sub> zwischen 1 und 3 cm wurde im Bereich von Station 0+050,00 und 0+150,00 km berechnet. Im weiteren Verlauf der Renaturierungsmaßnahme (Station 0+175,00 bis Bauende bei 0+617,34) erfolgt eine leichte Absenkung bis maximal 9 cm. Die Außengrenzen der Wasserspiegellage bleiben aufgrund der äußerst geringen Abweichungen nahezu unverändert.



**Bild 24: Wasserspiegellage HQ<sub>100</sub>, Berechnungsmodell Planung**

### 6.3.2 FLIESSGESCHWINDIGKEIT

Tabelle 15 zeigt die berechneten Fließgeschwindigkeiten für den Bestands- und Planungszustand (siehe hierzu Berechnungstabellen und Karten 2.1.1 bis 2.2.2, Fließgeschwindigkeit Bestand und Planung).

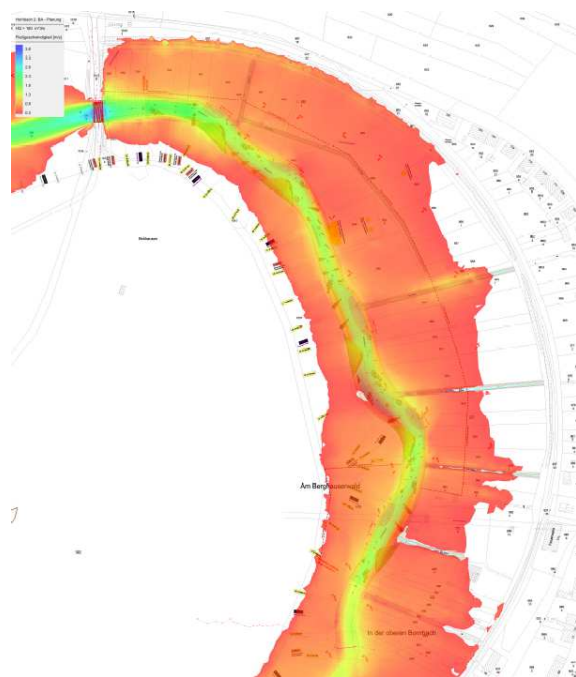
Abfluss	v Bestand	v Planung	v Bestand Mittelwert	v Planung Mittelwert
<b>NQ</b>	0,12 bis 0,22 m/s	0,08 (Profil 7) bis 0,29 m/s	0,17 m/s	0,15 m/s
<b>MNQ</b>	0,20 bis 0,37 m/s	0,12 (Profil 14) bis 0,35 m/s	0,29 m/s	0,27 m/s
<b>MQ</b>	0,41 bis 0,64 m/s	0,27 (Profil 7) bis 0,70 m/s	0,56 m/s	0,53 m/s
<b>MHQ</b>	1,20 bis 1,91 m/s	0,91 (Profil 14 u. 22) bis 1,85 m/s	1,53 m/s	1,47 m/s
<b>HQ<sub>100</sub></b>	1,16 bis 1,68 m/s	1,04 (Profil 15) bis 1,52 m/s	1,30 m/s	1,26 m/s

**Tabelle 15: Fließgeschwindigkeiten  $v_{min}$  und  $v_{max}$ , Bestand und Planung**

Insbesondere aufgrund der massiven Strömungslenkung (Dreiecksbuhnen) ist zu erkennen, dass sich die Varianz zwischen  $v_{min}$  und  $v_{max}$  im Planungsfall erhöht. Es entstehen strömungsberuhigte Bereiche hinter den Buhnen und Bereiche mit erhöhter Fließgeschwindigkeit in den Engstellen mit Strömungslenkung zum gegenüberliegenden Ufer (siehe beispielhaft MQ,  $v_{Bestand}$  und  $v_{Planung}$ ).

Diese gewünschte Strömungsdiversität wird weiterhin durch den Einbau von Kies, Steinbuhnen, Pyramidenstammuhnen, Wurzelstöcken und Totholzstrukturen verschiedener Art auch kleinräumig verstärkt, so dass sich sehr unterschiedliche Strömungsverhältnisse im Gewässerquerschnitt einstellen.

Die ermittelten Durchschnittswerte der Fließgeschwindigkeit in Längsrichtung lassen eine geringfügige Reduzierung für den Planungsfall erkennen. Zu einer wesentlichen Veränderung der Wasserspiegellage führt die verminderte Fließgeschwindigkeit nicht.



**Bild 24: Fließgeschwindigkeit HQ<sub>100</sub>, Berechnungsmodell Planung**

### 6.3.3 SOHLSCHUBSPANNUNG

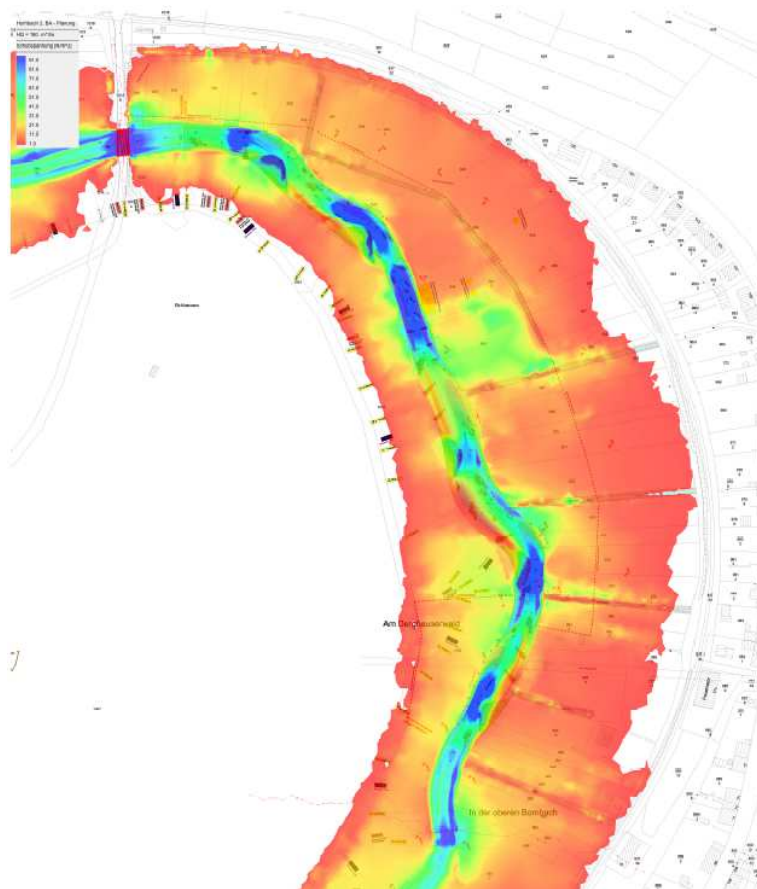
Tabelle 16 zeigt die berechneten Sohlschubspannungswerte für den Bestands- und Planungszustand (siehe hierzu Berechnungstabellen und Karten 3.1.1 bis 3.2.2, Sohlschubspannung Bestand und Planung).

Abfluss	Bestand $\tau_{\min}$	Planung $\tau_{\min}$	Bestand $\tau_{\max}$	Planung $\tau_{\max}$
<b>NQ</b>	0,3 N/m <sup>2</sup>	0,3 N/m <sup>2</sup>	7,0 N/m <sup>2</sup>	16,9 N/m <sup>2</sup> (Profil 8)
<b>MNQ</b>	0,5 N/m <sup>2</sup>	0,5 N/m <sup>2</sup>	8,1 N/m <sup>2</sup>	16,8 N/m <sup>2</sup> (Profil 8)
<b>MQ</b>	2,6 N/m <sup>2</sup>	1,1 N/m <sup>2</sup> (Profil 17)	11,1 N/m <sup>2</sup> (Profil 15)	22,9 N/m <sup>2</sup> (Profil 15)
<b>MHQ</b>	22,2 N/m <sup>2</sup>	11,2 N/m <sup>2</sup> (Profil 17)	57,1 N/m <sup>2</sup> (Profil 13)	65,5 N/m <sup>2</sup> (Profil 9)
<b>HQ<sub>100</sub></b>	42,9 N/m <sup>2</sup>	26,3 N/m <sup>2</sup> (Profil 13)	67,1 N/m <sup>2</sup> (Profil 21)	88,1 N/m <sup>2</sup> (Profil 11)

**Tabelle 16: Sohlschubspannung  $\tau_{\min}$  und  $\tau_{\max}$ , Bestand und Planung**

Die Mindestwerte der Sohlschubspannung lassen die strömungsberuhigten Bereiche erkennen. Die Schubspannung im Planungszustand verringert sich gegenüber der Bestandssituation (braune und gelbliche Flächen im Flussschlauch, siehe Bild 25). Hier sind die Anlandungen zu erwarten.

Die Maximalwerte entstehen gegenüber den massiven Strömungskernen und sind deutlich an den blauen Flächen in Bild 25 zu erkennen. Aufgrund der erhöhten Schubspannung werden die Erosionsprozesse initiiert, welche die eigendynamische Breitenentwicklung in Gang setzen.



**Bild 25: Schubspannung HQ<sub>100</sub>, Berechnungsmodell Planung**

## 6.4 ABSCHLIESSENDE BEWERTUNG

Ein wichtiges ökologisches Ziel der Maßnahme besteht in der Differenzierung der monotonen Strömungsverhältnisse im heutigen Gewässerbett. Unterschiedliche Strömungsbedingungen ziehen unterschiedliche Kleinlebensräume nach sich, was für die Artenvielfalt im Gewässerbett von ausschlaggebender Bedeutung ist. Die Maßnahmen zielen deshalb darauf ab, kleinräumige Wechsel von schneller und langsamer durchströmten Bereichen zu generieren ohne das, dass übergeordnete System (Hochwasserabfluss und Überflutungsflächen) negativ tangiert wird. **Im Hochwasserfall sind keine signifikanten Änderungen der Wasserspiegellage zu erwarten. Die Grenzen des Überschwemmungsgebietes bleiben nahezu unverändert.** Eine erfolgreiche Maßnahmenumsetzung ist demnach also an eine Veränderung der Strömungsverhältnisse **im** Gewässerbett gekoppelt. Dies betrifft alle Abflussszenarien (NW - HW).

## 7. BAUKOSTEN / DURCHFÜHRUNG DER MASSNAHME

Die Baukosten für die geplante Maßnahme belaufen sich gemäß der beigefügten Kostenberechnung (Anlage 1.2) auf

**ca. 847.922,60 €** einschließlich Mehrwertsteuer.

(Nettokosten: 712.540,00 €, Mwst. 19%: 135.382,60 €)

Die in der Kostenberechnung enthaltenen Einheitspreise entsprechen den Positionspreisen vergleichbarer Leistungen zurückliegender Ausschreibungen.

Nach bisheriger Planung ist die Maßnahme für das Winterhalbjahr 2023/24 vorgesehen.

## 8. LITERATUR

Brunke, M., M. Seidel, M. Redeker, G. Stiller, U. Ostermann (2016): Planung von typspezifischen hydromorphologischen Maßnahmen, Gewässerdurchgängigkeit und der Gewässerunterhaltung. In: Korrespondenz Wasserwirtschaft, Heft 9.

DLR (Deutscher Rat für Landespflege) (2008): Kompensation von Strukturdefiziten in Fließgewässern durch Strahlwirkung. Schriftenreihe des DLR, Heft 81.

DLR (Deutscher Rat für Landespflege) (2009): Verbesserung der biologischen Vielfalt in Fließgewässern und ihren Auen. Schriftenreihe des DLR, Heft 82.

LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) (Hrsg., 2019): LAWA-Verfahrensempfehlung zur Gewässerstrukturgütekartierung. Verfahren für kleine und mittelgroße Fließgewässer. 2. Auflage.

LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) (Hrsg., 1998): Gewässerstrukturgütekartierung in der Bundesrepublik Deutschland. Verfahren für kleine und mittelgroße Fließgewässer.

LfU (Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz) (Hrsg. 2018): Fischregionen / HMBW  
potenziell natürliche Lebensgemeinschaften.

LfU (Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz) (Hrsg. 2005): Hydrologischer Atlas  
Rheinland-Pfalz.

Verfasser:

Andreas Durawa, Diplom-Ingenieur (FH)

Raimund Schüller, Diplom-Geograph



Kröppen, 27. März 20203

**UMSETZUNG WRRL  
RENATURIERUNG DES HORNACHS  
BEREICH SCHREBERGÄRTEN IXHEIM BIS  
OGV RIMSCHWEILER  
BAUABSCHNITT 2**

**KOSTENBERECHNUNG**

**GENEHMIGUNG**

**Stand: 27. MÄRZ 2023**

**Kostenermittlung**

Proj.: 22-007

Renaturierung Hornbach 2. BA

LV: 001

Umsetzung WRRL Bereich Schrebergärten bis OGV Rimschweiler

BT

1

Bauarbeiten

LB

1.1

Baustelleneinrichtung und Vorbereitende Arbeiten

---

		<u>Einheitspreis</u>	<u>Gesamtbetrag</u>
1.1.10	<b>Baustelle einrichten</b>		
	Menge: 1,000 psch	25.000,00 €	25.000,00 €
1.1.20	<b>Baustelleneinrichtung vorhalten, unterhalten und betreiben</b>		
	Menge: 1,000 psch	7.500,00 €	7.500,00 €
1.1.30	<b>Baustelle räumen</b>		
	Menge: 1,000 psch	9.000,00 €	9.000,00 €
1.1.40	<b>Baustellen- und Verkehrssicherung</b>		
	Menge: 1,000 psch	1.000,00 €	1.000,00 €
1.1.50	<b>Hilfspegel einrichten und betreiben</b>		
	Menge: 1,000 psch	800,00 €	800,00 €
1.1.60	<b>Bauzaun H = 2.00 m vorhalten, aufstellen und räumen</b>		
	Menge: 80,000 m	10,70 €	856,00 €
1.1.70	<b>Auspflocken Entwicklungskorridor/Baubereich</b>		
	Menge: 1,000 psch	2.500,00 €	2.500,00 €
1.1.80	<b>Absteckung herstellen</b>		
	Menge: 1,000 psch	2.000,00 €	2.000,00 €

**Kostenermittlung**

Proj.: 22-007

Renaturierung Hornbach 2. BA

LV: 001

Umsetzung WRRL Bereich Schrebergärten bis OGV Rimschweiler

BT	1	Bauarbeiten
LB	1.1	Baustelleneinrichtung und Vorbereitende Arbeiten

		<u>Einheitspreis</u>	<u>Gesamtbetrag</u>
1.1.90	<b>Bauzeitliche Vermessung, Abrechnung</b>		
	Menge: 1,000 psch	4.000,00 €	4.000,00 €
1.1.100	<b>Baustraße herstellen Stahlelemente</b>		
	Menge: 50,000 m	45,00 €	2.250,00 €
1.1.110	<b>Wendeplatz zu vor. genannter Pos.</b>		
	Menge: 1,000 St.	675,00 €	675,00 €
1.1.120	<b>Baugelände freimachen</b>		
	Menge: 8.500,000 m2	1,50 €	12.750,00 €
1.1.130	<b>Bäume fällen ohne Roden, 10-30 cm</b>		
	Menge: 35,000 St	80,00 €	2.800,00 €
1.1.140	<b>Bäume fällen ohne Roden, 30-50 cm</b>		
	Menge: 50,000 St	110,00 €	5.500,00 €
1.1.150	<b>Baum für Wurzelstockbuhne absägen, ohne Roden, 30-50 cm</b>		
	Menge: 1,000 St	80,00 €	80,00 €
1.1.160	<b>Wurzelstock roden, seitlich lagern, Schnittfläche bis 50 cm</b>		
	Menge: 6,000 St	55,00 €	330,00 €
1.1.170	<b>Wurzelstock mit Stammansatz für Wurzelstockbuhne roden, seitlich lagern</b>		
	Menge: 1,000 St	55,00 €	55,00 €



**Kostenermittlung**

Proj.: 22-007

Renaturierung Hornbach 2. BA

LV: 001

Umsetzung WRRL Bereich Schrebergärten bis OGV Rimschweiler

BT	1	Bauarbeiten
LB	1.1	Baustelleneinrichtung und Vorbereitende Arbeiten

		<u>Einheitspreis</u>	<u>Gesamtbetrag</u>
1.1.180	<b>Wurzelstock roden und entsorgen, Schnittfläche ca. 10 bis 30 cm</b>		
	Menge: 35,000 St	32,00 €	1.120,00 €
1.1.190	<b>Wurzelstock roden und entsorgen, Schnittfläche ca. 30 bis 50 cm</b>		
	Menge: 43,000 St	55,00 €	2.365,00 €
<b><u>Summe</u></b>	<b>1.1</b>	<b>Baustelleneinrichtung und Vorbereitende Arbeiten</b>	<b>80.581,00 €</b>

**Kostenermittlung**

Proj.: 22-007

Renaturierung Hornbach 2. BA

LV: 001

Umsetzung WRRL Bereich Schrebergärten bis OGV Rimschweiler

---

BT	1	Bauarbeiten
LB	1.2	Erd- und Gewässerbauarbeiten

---

EinheitspreisGesamtbetrag

1.2.10	<b>Oberboden abtragen und als Miete zwischenlagern</b>		
	Menge: 1.000,000 m <sup>3</sup>	6,20 €	6.200,00 €
1.2.20	<b>Oberboden seitlich gelagert, laden und einbauen</b>		
	Menge: 200,000 m <sup>3</sup>	7,80 €	1.560,00 €
1.2.30	<b>Oberboden seitlich gelagert, laden und abtransportieren</b>		
	Menge: 800,000 m <sup>3</sup>	17,00 €	13.600,00 €
1.2.40	<b>Bodenlösen, nach Vorgabe lagern</b>		
	Menge: 16.000,000 m <sup>3</sup>	7,00 €	112.000,00 €
1.2.50	<b>Zwischengelagerten Boden laden und wieder einbauen</b>		
	Menge: 1.000,000 m <sup>3</sup>	7,50 €	7.500,00 €
1.2.60	<b>Zwischengelagerten Boden laden und abtransportieren</b>		
	Menge: 15.000,000 m <sup>3</sup>	23,00 €	345.000,00 €
1.2.70	<b>Anbindung bestehender Gräben an den Bachlauf</b>		
	Menge: 4,000 St	750,00 €	3.000,00 €

**Kostenermittlung**

Proj.: 22-007

Renaturierung Hornbach 2. BA

LV: 001

Umsetzung WRRL Bereich Schrebergärten bis OGV Rimschweiler

BT 1 Bauarbeiten  
LB 1.2 Erd- und Gewässerbauarbeiten

			<u>Einheitspreis</u>	<u>Gesamtbetrag</u>
1.2.80	<b>Untersuchung Abfalldeklaration</b>			
	Menge:	35,000 St	385,00 €	13.475,00 €
<b><u>Summe</u></b>	<b>1.2</b>	<b>Erd- und Gewässerbauarbeiten</b>		<b>502.335,00 €</b>

**Kostenermittlung**

Proj.: 22-007

Renaturierung Hornbach 2. BA

LV: 001

Umsetzung WRRL Bereich Schrebergärten bis OGV Rimschweiler

BT

1

Bauarbeiten

LB

1.3

Aufbruch der Böschungs- und Sohlsicherung bestehender Bachla

Einheitspreis

Gesamtbetrag

1.3.10

**Ufersicherung aus Naturhartgestein aufnehmen,  
transportieren und in vordefinierte Strukturelemente  
einbauen**

Menge: 500,000 m

28,00 €

14.000,00 €

**Summe**

**1.3**

**Aufbruch der Böschungs- und Sohlsicherung bestehender B**

**14.000,00 €**

**Kostenermittlung**

Proj.: 22-007

Renaturierung Hornbach 2. BA

LV: 001

Umsetzung WRRL Bereich Schrebergärten bis OGV Rimschweiler

BT	1	Bauarbeiten
LB	1.4	Lieferung und Einbau von Sohlsubstrat, Kiesbänken und Kiese

Einheitspreis

Gesamtbetrag

1.4.10

**Kies als geschüttetes Sohlsubstrat liefern und einbauen  
Schüttthöhe im Mittel 20 bis 50 cm  
Kiesmatrix aus 2/8 bis 32/63**

Menge:	400,000 m <sup>3</sup>	70,00 €	28.000,00 €
--------	------------------------	---------	-------------

<b><u>Summe</u></b>	<b>1.4</b>	<b>Lieferung und Einbau von Sohlsubstrat, Kiesbänken und K</b>	<b>28.000,00 €</b>
---------------------	------------	--	--------------------

**Kostenermittlung**

Proj.: 22-007

Renaturierung Hornbach 2. BA

LV: 001

Umsetzung WRRL Bereich Schrebergärten bis OGV Rimschweiler

---

BT	1	Bauarbeiten
LB	1.5	Habitat- und Strukturelemente

---

EinheitspreisGesamtbetrag

1.5.10	<b>Gefällten Baum als Raubbaum herrichten/abschneiden</b>			
	Menge:	25,000 St	85,00 €	2.125,00 €
1.5.20	<b>Raubbaum als Habitatelement in Gewässer einbauen, 25 bis 50 cm</b>			
	Menge:	25,000 St	250,00 €	6.250,00 €
1.5.30	<b>Gefällten Baum zu Stammstücken herrichten / abschneiden</b>			
	Menge:	85,000 St	55,00 €	4.675,00 €
1.5.40	<b>Wurzelstock seidl. lagernd als Habitatelement in Gewässer einbauen, Durchmesser 2,0-2,5 m</b>			
	Menge:	6,000 St	200,00 €	1.200,00 €
1.5.50	<b>Wurzelstock liefern und als Habitatelement in Gewässer einbauen, Durchmesser 2,00 bis 2,50 m</b>			
	Menge:	2,000 St	250,00 €	500,00 €
1.5.60	<b>Faschinen als Habitatelemente in Gewässer einbauen</b>			
	Menge:	9,000 St	270,00 €	2.430,00 €
1.5.70	<b>Zusätzliche Holzpflocksicherung</b>			
	Menge:	15,000 St	45,00 €	675,00 €

**Kostenermittlung**

Proj.: 22-007

Renaturierung Hornbach 2. BA

LV: 001

Umsetzung WRRL Bereich Schrebergärten bis OGV Rimschweiler

---

BT	1	Bauarbeiten
LB	1.5	Habitat- und Strukturelemente

---

		<u>Einheitspreis</u>	<u>Gesamtbetrag</u>
1.5.80	<b>Fischunterstand Variante 1: Stammstücke und Wasserbausteine als Fischunterstand in Gewässer einbauen</b>		
	Menge: 6,000 St	450,00 €	2.700,00 €
1.5.90	<b>Fischunterstand Variante 2: Ausgesuchte Wasserbausteine als Fischunterstand in Gewässer einbauen</b>		
	Menge: 1,000 St	325,00 €	325,00 €
1.5.100	<b>Fischunterstand Variante 3: Holzrost aus Stammstücken als Fischunterstand in Gewässer einbauen</b>		
	Menge: 1,000 St	350,00 €	350,00 €
1.5.110	<b>Störsteingruppe herstellen</b>		
	Menge: 5,000 St	250,00 €	1.250,00 €
1.5.120	<b>Pyramiden-Stammbuhne einbauen, Länge Baumstämme 10 m, Tiefe des Gewässers &lt; 5 m</b>		
	Menge: 6,000 St	850,00 €	5.100,00 €
1.5.130	<b>Einzelstammbuhne einbauen, Länge Baumstämme 10 m, Tiefe des Gewässers &lt; 5 m</b>		
	Menge: 1,000 St	400,00 €	400,00 €
1.5.140	<b>Wurzelstockbuhne einbauen, Länge Baumstämme 10 m, Tiefe des Gewässers &lt; 5 m Überschüttung mit Steinmaterial</b>		
	Menge: 1,000 St	450,00 €	450,00 €

**Kostenermittlung**

Proj.: 22-007

Renaturierung Hornbach 2. BA

LV: 001

Umsetzung WRRL Bereich Schrebergärten bis OGV Rimschweiler

BT 1 Bauarbeiten  
LB 1.5 Habitat- und Strukturelemente

		<u>Einheitspreis</u>	<u>Gesamtbetrag</u>
1.5.150	<b>Dreiecksbuhne aus Steinschüttung herstellen</b>		
	Menge: 5,000 St	2.000,00 €	10.000,00 €
1.5.160	<b>Kurzbuhne einbauen, Baumstamm ca. 6 m, Überschüttung mit Steinmaterial</b>		
	Menge: 3,000 St	500,00 €	1.500,00 €
1.5.170	<b>Kurzbuhne aus Steinmaterial herstellen</b>		
	Menge: 5,000 St	400,00 €	2.000,00 €
1.5.180	<b>Wasserbausteine HMB 300 bis 1.000 kg, Anströmschutz Dreiecksbuhne</b>		
	Menge: 250,000 t	145,00 €	36.250,00 €
<b><u>Summe</u></b>	<b>1.5 Habitat- und Strukturelemente</b>		<b>78.180,00 €</b>





**Kostenermittlung**

Proj.: 22-007

Renaturierung Hornbach 2. BA

LV: 001

Umsetzung WRRL Bereich Schrebergärten bis OGV Rimschweiler

BT 2 Arbeiten gegen Nachweis  
LB 2.1 Arbeitskräfte

		<u>Einheitspreis</u>	<u>Gesamtbetrag</u>
2.1.10	<b>Bauhelfer/-in Stundenlohnarbeiten sämtliche Kosten/ Zuschläge</b>		
	Menge: 4,000 h	47,60 €	190,40 €
2.1.20	<b>Facharbeiter/-in Stundenlohnarbeiten sämtliche Kosten/ Zuschläge</b>		
	Menge: 4,000 h	51,00 €	204,00 €
2.1.30	<b>Bauvorarbeiter/-in Stundenlohnarbeiten sämtliche Kosten/ Zuschläge</b>		
	Menge: 4,000 h	52,40 €	209,60 €
<b><u>Summe</u></b>	<b>2.1 Arbeitskräfte</b>		<b>604,00 €</b>



**Kostenermittlung**Proj.: 22-007  
LV: 001Renaturierung Hornbach 2. BA  
Umsetzung WRRL Bereich Schrebergärten bis OGV Rimschweiler**ZUSAMMENSTELLUNG**

1	<b>Bauarbeiten</b>	
1.1	<b>Baustelleneinrichtung und Vorbereitende Arbeiten</b>	80.581,00 €
1.2	<b>Erd- und Gewässerbauarbeiten</b>	502.335,00 €
1.3	<b>Aufbruch der Böschungs- und Sohlsicherung bestehender B</b>	14.000,00 €
1.4	<b>Lieferung und Einbau von Sohlsubstrat, Kiesbänken und K</b>	28.000,00 €
1.5	<b>Habitat- und Strukturelemente</b>	78.180,00 €
1.6	<b>Pflanzarbeiten</b>	6.900,00 €
<b>Summe</b>	<b><u>1</u> <u>Bauarbeiten</u></b>	<b><u>709.996,00 €</u></b>
2	<b>Arbeiten gegen Nachweis</b>	
2.1	<b>Arbeitskräfte</b>	604,00 €
2.2	<b>Fahrzeuge und Maschinen</b>	1.940,00 €
<b>Summe</b>	<b><u>2</u> <u>Arbeiten gegen Nachweis</u></b>	<b><u>2.544,00 €</u></b>
<b>Summe LV</b>		<b>712.540,00 €</b>
<b>zuzüglich</b>	<b>19,00 % Mwst</b>	<b>135.382,60 €</b>
<b>Gesamtsumme Brutto</b>		<b>847.922,60 €</b>

**UMSETZUNG WRRL  
RENATURIERUNG DES HORNACHS  
BEREICH SCHREBERGÄRTEN IXHEIM BIS  
OGV RIMSCHWEILER  
BAUABSCHNITT 2**

**HYDRAULISCHE BERECHNUNGEN**

**GENEHMIGUNG**

**Stand: 27. MÄRZ 2023**

# HYDRAULISCHE BERECHNUNGEN

## 2D-Wasserspiegellagenberechnung

### Tabellenausgabe

1	Berechnungsergebnisse für NQ	Hydro_As-2D, Seite 1
2	Berechnungsergebnisse für MNQ	Hydro_As-2D, Seite 2
3	Berechnungsergebnisse für MQ	Hydro_As-2D, Seite 3
4	Berechnungsergebnisse für MHQ	Hydro_As-2D, Seite 4
5	Berechnungsergebnisse für HQ	Hydro_As-2D, Seite 5

### Planausgabe

#### 1 Wasserspiegellage

##### 1.1 Bestand

- 1.1.1 Planausgabe NQ
- 1.1.2 Planausgabe MNQ
- 1.1.3 Planausgabe MQ
- 1.1.4 Planausgabe MHQ
- 1.1.5 Planausgabe HQ

##### 1.2 Planung

- 1.2.1 Planausgabe NQ
- 1.2.2 Planausgabe MNQ
- 1.2.3 Planausgabe MQ
- 1.2.4 Planausgabe MHQ
- 1.2.5 Planausgabe HQ

#### 2 Fließgeschwindigkeit

##### 2.1 Bestand

- 2.1.1 Planausgabe MNQ
- 2.1.2 Planausgabe HQ

##### 2.2 Planung

- 2.2.1 Planausgabe MNQ
- 2.2.2 Planausgabe HQ

#### 3 Schubspannung

##### 3.1 Bestand

- 3.1.1 Planausgabe MNQ
- 3.1.2 Planausgabe HQ

##### 3.2 Planung

- 3.2.1 Planausgabe MNQ
- 3.2.2 Planausgabe HQ

## 1 BERECHNUNGSERGEBNISSE FÜR NQ

HYDRO\_AS-2D, Seite 1

Profil	Abfluss Q [m³/s]	BESTAND						PLANUNG						Differenz
		Station	Sohlhöhe	Wassersp.	Wasserst.	Geschw.	Schubsp.	Station	Sohlhöhe	Wassersp.	Wasserst.	Geschw.	Schubsp.	Wsp. Best.
		[km]	S [NHN]	Wsp [NHN]	h [m]	v [m/s]	τ [N/m²]	[km]	S [NHN]	Wsp [NHN]	h [m]	v [m/s]	τ [N/m²]	Wsp. Planung h [m]
1	1,080	0+000,00	224,01	224,49	0,48	0,48	5,2	0+000,00	224,01	224,47	0,46	0,49	5,0	0,02
258340	1,080	0+012,27	224,18	224,50	0,32	0,34	2,3	0+012,27	224,18	224,50	0,32	0,34	2,3	0,00
2	1,080	0+025,00	223,92	224,51	0,59	0,14	0,3	0+025,00	223,92	224,51	0,59	0,14	0,3	0,00
3	1,080	0+050,00	223,40	224,51	1,11	0,21	11,0	0+050,00	223,40	224,51	1,11	0,21	11,0	0,00
258350	1,080	0+070,27	222,98	224,79	1,81	0,85	46,2	0+070,27	222,98	224,79	1,81	0,85	43,0	0,00
4	1,080	0+075,00	223,59	224,92	1,33	0,10	0,2	0+075,00	223,59	224,92	1,33	0,10	0,2	0,00
258355	1,080	0+084,27	224,80	224,91	0,11	0,09	1,8	0+084,27	224,80	224,91	0,11	0,09	1,8	0,00
5	1,080	0+100,00	224,45	224,92	0,47	0,12	7,0	0+100,52	224,56	224,90	0,34	0,09	0,3	0,02
6	1,080	0+125,00	223,90	224,92	1,02	0,15	1,7	0+128,73	224,16	224,90	0,74	0,09	0,3	0,02
258360	1,080	0+128,27	224,13	224,92	0,79	0,14	0,3	0+132,12	224,08	224,91	0,83	0,09	0,9	0,01
7	1,080	0+150,00	223,86	224,92	1,06	0,12	0,3	0+154,00	223,92	224,91	0,99	0,08	0,3	0,01
8	1,080	0+175,00	223,89	224,92	1,03	0,16	1,4	0+178,77	224,01	224,91	0,90	0,08	16,9	0,01
9	1,080	0+200,00	223,92	224,93	1,01	0,16	2,2	0+205,62	224,11	224,92	0,81	0,09	6,8	0,01
10	1,080	0+225,00	223,95	224,93	0,98	0,17	2,4	0+233,44	223,98	224,92	0,94	0,12	3,3	0,01
11	1,080	0+250,00	223,98	224,93	0,95	0,16	2,0	0+258,57	223,98	224,92	0,94	0,22	10,0	0,01
258370	1,080	0+267,27	224,00	224,93	0,93	0,16	2,7	0+275,84	224,00	224,91	0,91	0,20	7,8	0,02
12	1,080	0+275,00	224,01	224,93	0,92	0,16	3,2	0+283,57	224,01	224,91	0,90	0,25	10,9	0,02
13	1,080	0+300,00	224,05	224,93	0,88	0,18	4,7	0+308,56	224,10	224,91	0,81	0,15	2,4	0,02
14	1,080	0+325,00	224,10	224,93	0,83	0,19	3,7	0+333,71	224,21	224,92	0,71	0,11	1,9	0,01
15	1,080	0+350,00	224,14	224,94	0,80	0,20	4,3	0+359,22	224,26	224,92	0,66	0,17	14,8	0,02
16	1,080	0+375,00	224,18	224,94	0,76	0,20	3,5	0+385,22	224,27	224,92	0,65	0,17	1,9	0,02
17	1,080	0+400,00	224,22	224,94	0,72	0,22	4,1	0+408,72	224,27	224,92	0,65	0,10	0,3	0,02
18	1,080	0+425,00	224,26	224,95	0,69	0,23	3,9	0+431,89	224,34	224,91	0,57	0,15	2,7	0,04
258380	1,080	0+448,27	224,30	224,95	0,65	0,22	2,7	0+456,91	224,59	224,91	0,32	0,29	3,3	0,04
19	1,080	0+450,00	224,29	224,95	0,66	0,22	2,7	0+459,06	224,59	224,91	0,32	0,26	2,1	0,04
20	1,080	0+475,00	224,22	224,95	0,73	0,21	1,9	0+488,15	224,35	224,90	0,55	0,25	4,8	0,05
21	1,080	0+500,00	224,14	224,95	0,81	0,19	1,3	0+513,26	224,14	224,90	0,76	0,20	0,9	0,05
22	1,080	0+525,00	224,06	224,96	0,90	0,18	1,1	0+538,32	224,17	224,91	0,74	0,11	0,6	0,05
23	1,080	0+550,00	223,98	224,96	0,98	0,16	0,9	0+562,55	224,10	224,91	0,81	0,11	8,0	0,05
24	1,080	0+575,00	223,91	224,96	1,05	0,16	2,3	0+587,29	224,00	224,91	0,91	0,16	2,7	0,05
25	1,080	0+600,00	223,83	224,96	1,13	0,16	3,1	0+612,68	223,83	224,91	1,08	0,14	5,8	0,05
Bauende	1,080	0+617,34	223,81	224,96	1,15	0,15	2,2	0+617,34	223,81	224,91	1,10	0,15	2,2	0,05
26	1,080	0+625,00	223,75	224,96	1,21	0,14	2,2	0+637,68	223,75	224,91	1,16	0,14	2,2	0,05
27	1,080	0+650,00	223,67	224,96	1,29	0,15	2,5	0+662,68	223,67	224,91	1,24	0,15	2,5	0,05
28	1,080	0+675,00	223,69	224,96	1,27	0,15	2,5	0+687,68	223,69	224,96	1,27	0,15	2,5	0,00

## 2 BERECHNUNGSERGEBNISSE FÜR MNQ

HYDRO\_AS-2D, Seite 2

Profil	Abfluss Q [m³/s]	BESTAND						PLANUNG						Differenz
		Station [km]	Sohlhöhe S [NHN]	Wassersp. Wsp [NHN]	Wasserst. h [m]	Geschw. v [m/s]	Schubsp. τ [N/m²]	Station [km]	Sohlhöhe S [NHN]	Wassersp. Wsp [NHN]	Wasserst. h [m]	Geschw. v [m/s]	Schubsp. τ [N/m²]	Wsp. Best. Wsp. Planung h [m]
1	1,750	0+000,00	224,01	224,54	0,53	0,91	19,4	0+000,00	224,01	224,50	0,49	0,81	21,1	0,04
258340	1,750	0+012,27	224,18	224,63	0,45	0,72	9,6	0+012,27	224,18	224,60	0,42	0,53	7,5	0,03
2	1,750	0+025,00	223,92	224,66	0,74	0,41	2,6	0+025,00	223,92	224,62	0,70	0,27	1,7	0,04
3	1,750	0+050,00	223,40	224,67	1,27	0,23	0,7	0+050,00	223,40	224,62	1,22	0,13	0,3	0,05
258350	1,750	0+070,27	222,98	224,67	1,69	0,48	62,7	0+070,27	222,98	224,63	1,65	0,15	7,3	0,04
4	1,750	0+075,00	223,59	224,67	1,08	0,55	67,4	0+075,00	223,59	224,62	1,03	0,22	61,6	0,05
258355	1,750	0+084,27	224,80	224,99	0,19	0,94	33,4	0+084,27	224,80	224,99	0,18	0,61	59,1	0,00
5	1,750	0+100,00	224,45	225,01	0,56	0,20	0,5	0+100,52	224,56	225,00	0,44	0,34	3,0	0,01
6	1,750	0+125,00	223,90	225,01	1,11	0,29	2,0	0+128,73	224,16	225,01	0,85	0,16	2,1	0,00
258360	1,750	0+128,27	224,13	225,01	0,88	0,30	3,1	0+132,12	224,08	225,01	0,93	0,16	4,5	0,00
7	1,750	0+150,00	223,86	225,02	1,16	0,21	0,8	0+154,00	223,92	225,01	1,09	0,15	1,0	0,01
8	1,750	0+175,00	223,89	225,02	1,13	0,29	1,3	0+178,77	224,01	225,01	1,00	0,14	16,8	0,01
9	1,750	0+200,00	223,92	225,03	1,11	0,31	3,2	0+205,62	224,11	225,01	0,90	0,18	8,8	0,02
10	1,750	0+225,00	223,95	225,03	1,08	0,30	3,1	0+233,44	223,98	225,01	1,03	0,19	4,6	0,02
11	1,750	0+250,00	223,98	225,04	1,06	0,30	2,8	0+258,57	223,98	225,01	1,03	0,28	12,6	0,03
258370	1,750	0+267,27	224,00	225,04	1,04	0,30	2,6	0+275,84	224,00	225,02	1,02	0,26	10,5	0,02
12	1,750	0+275,00	224,01	225,04	1,03	0,30	8,1	0+283,57	224,01	225,01	1,00	0,29	13,7	0,03
13	1,750	0+300,00	224,05	225,04	0,99	0,30	6,4	0+308,56	224,10	225,03	0,93	0,18	2,6	0,01
14	1,750	0+325,00	224,10	225,05	0,95	0,32	5,7	0+333,71	224,21	225,03	0,82	0,12	2,8	0,02
15	1,750	0+350,00	224,14	225,05	0,91	0,33	5,9	0+359,22	224,26	225,03	0,77	0,14	16,2	0,02
16	1,750	0+375,00	224,18	225,05	0,87	0,34	5,3	0+385,22	224,27	225,04	0,77	0,35	6,7	0,01
17	1,750	0+400,00	224,22	225,06	0,84	0,35	5,7	0+408,72	224,27	225,06	0,79	0,15	0,5	0,00
18	1,750	0+425,00	224,26	225,07	0,81	0,37	5,6	0+431,89	224,34	225,06	0,72	0,15	6,2	0,01
258380	1,750	0+448,27	224,30	225,08	0,78	0,35	4,6	0+456,91	224,59	225,06	0,47	0,24	4,1	0,02
19	1,750	0+450,00	224,29	225,08	0,79	0,35	4,4	0+459,06	224,59	225,06	0,47	0,24	3,0	0,02
20	1,750	0+475,00	224,22	225,09	0,87	0,35	3,5	0+488,15	224,35	225,07	0,72	0,39	6,0	0,02
21	1,750	0+500,00	224,14	225,09	0,95	0,32	2,6	0+513,26	224,14	225,08	0,94	0,22	1,5	0,01
22	1,750	0+525,00	224,06	225,10	1,04	0,27	1,7	0+538,32	224,17	225,09	0,92	0,13	0,6	0,01
23	1,750	0+550,00	223,98	225,10	1,12	0,27	1,7	0+562,55	224,10	225,09	0,99	0,13	11,8	0,01
24	1,750	0+575,00	223,91	225,10	1,19	0,27	2,6	0+587,29	224,00	225,09	1,09	0,17	4,0	0,01
25	1,750	0+600,00	223,83	225,11	1,28	0,25	2,9	0+612,68	223,83	225,09	1,26	0,17	2,0	0,02
Bauende	1,750	0+617,34	223,81	225,11	1,30	0,25	3,0	0+617,34	223,81	225,09	1,28	0,18	3,1	0,02
26	1,750	0+625,00	223,75	225,11	1,36	0,22	2,1	0+637,68	223,75	225,09	1,34	0,18	2,0	0,02
27	1,750	0+650,00	223,67	225,11	1,44	0,22	5,3	0+662,68	223,67	225,09	1,42	0,18	10,6	0,02
28	1,750	0+675,00	223,69	225,11	1,42	0,22	5,3	0+687,68	223,69	225,09	1,40	0,18	11,3	0,02



## 3 BERECHNUNGSERGEBNISSE FÜR MQ

HYDRO\_AS-2D, Seite 3

Profil	Abfluss Q [m³/s]	BESTAND						PLANUNG						Differenz
		Station [km]	Sohlhöhe S [NHN]	Wassersp. Wsp [NHN]	Wasserst. h [m]	Geschw. v [m/s]	Schubsp. τ [N/m²]	Station [km]	Sohlhöhe S [NHN]	Wassersp. Wsp [NHN]	Wasserst. h [m]	Geschw. v [m/s]	Schubsp. τ [N/m²]	Wsp. Best. Wsp. Planung h [m]
1	4,580	0+000,00	224,01	224,74	0,73	1,46	39,3	0+000,00	224,01	224,75	0,74	1,44	49,6	-0,01
258340	4,580	0+012,27	224,18	224,87	0,69	1,08	18,2	0+012,27	224,18	224,90	0,72	0,93	19,8	-0,03
2	4,580	0+025,00	223,92	224,93	1,01	0,71	7,0	0+025,00	223,92	224,94	1,02	0,61	7,5	-0,01
3	4,580	0+050,00	223,40	224,95	1,55	0,45	2,4	0+050,00	223,40	224,97	1,57	0,37	2,3	-0,02
258350	4,580	0+070,27	222,98	224,95	1,97	0,80	24,6	0+070,27	222,98	224,96	1,98	0,76	7,9	-0,01
4	4,580	0+075,00	223,59	224,94	1,35	1,15	105,6	0+075,00	223,59	224,96	1,37	1,11	100,3	-0,02
258355	4,580	0+084,27	224,80	225,16	0,36	1,38	59,0	0+084,27	224,80	225,14	0,34	1,32	67,3	0,02
5	4,580	0+100,00	224,45	225,21	0,76	0,47	2,6	0+100,52	224,56	225,20	0,64	0,70	11,4	0,01
6	4,580	0+125,00	223,90	225,22	1,32	0,62	5,0	0+128,73	224,16	225,24	1,08	0,44	3,9	-0,02
258360	4,580	0+128,27	224,13	225,22	1,09	0,64	5,4	0+132,12	224,08	225,25	1,17	0,41	3,3	-0,03
7	4,580	0+150,00	223,86	225,24	1,38	0,49	3,7	0+154,00	223,92	225,25	1,33	0,27	1,4	-0,01
8	4,580	0+175,00	223,89	225,25	1,36	0,63	5,7	0+178,77	224,01	225,25	1,24	0,35	7,4	0,00
9	4,580	0+200,00	223,92	225,27	1,35	0,63	6,1	0+205,62	224,11	225,26	1,15	0,46	15,4	0,01
10	4,580	0+225,00	223,95	225,29	1,34	0,62	6,3	0+233,44	223,98	225,27	1,29	0,45	10,4	0,02
11	4,580	0+250,00	223,98	225,30	1,32	0,61	6,5	0+258,57	223,98	225,28	1,30	0,64	22,5	0,02
258370	4,580	0+267,27	224,00	225,31	1,31	0,60	6,5	0+275,84	224,00	225,30	1,30	0,59	12,1	0,01
12	4,580	0+275,00	224,01	225,32	1,31	0,59	7,0	0+283,57	224,01	225,30	1,29	0,65	18,3	0,02
13	4,580	0+300,00	224,05	225,33	1,28	0,59	8,7	0+308,56	224,10	225,33	1,23	0,42	4,9	0,00
14	4,580	0+325,00	224,10	225,33	1,23	0,61	10,6	0+333,71	224,21	225,33	1,12	0,40	2,8	0,00
15	4,580	0+350,00	224,14	225,35	1,21	0,62	11,1	0+359,22	224,26	225,33	1,07	0,51	22,9	0,02
16	4,580	0+375,00	224,18	225,37	1,19	0,61	9,8	0+385,22	224,27	225,35	1,08	0,70	21,2	0,02
17	4,580	0+400,00	224,22	225,38	1,16	0,63	10,3	0+408,72	224,27	225,39	1,12	0,22	1,1	-0,01
18	4,580	0+425,00	224,26	225,39	1,13	0,63	9,7	0+431,89	224,34	225,39	1,05	0,29	3,0	0,00
258380	4,580	0+448,27	224,30	225,41	1,11	0,61	8,2	0+456,91	224,59	225,39	0,80	0,43	10,1	0,02
19	4,580	0+450,00	224,29	225,41	1,12	0,61	8,0	0+459,06	224,59	225,40	0,81	0,43	7,9	0,01
20	4,580	0+475,00	224,22	225,42	1,20	0,60	7,0	0+488,15	224,35	225,40	1,05	0,71	13,9	0,02
21	4,580	0+500,00	224,14	225,43	1,29	0,57	5,7	0+513,26	224,14	225,44	1,30	0,44	4,1	-0,01
22	4,580	0+525,00	224,06	225,45	1,39	0,50	4,2	0+538,32	224,17	225,45	1,28	0,39	1,4	0,00
23	4,580	0+550,00	223,98	225,45	1,47	0,51	4,4	0+562,55	224,10	225,45	1,35	0,41	17,5	0,00
24	4,580	0+575,00	223,91	225,46	1,55	0,48	6,5	0+587,29	224,00	225,45	1,45	0,39	8,3	0,01
25	4,580	0+600,00	223,83	225,47	1,64	0,45	6,4	0+612,68	223,83	225,46	1,63	0,35	4,9	0,01
Bauende	4,580	0+617,34	223,81	225,47	1,66	0,45	6,5	0+617,34	223,81	225,46	1,65	0,38	6,9	0,01
26	4,580	0+625,00	223,75	225,48	1,73	0,42	5,1	0+637,68	223,75	225,46	1,71	0,37	4,9	0,02
27	4,580	0+650,00	223,67	225,48	1,81	0,41	5,2	0+662,68	223,67	225,47	1,80	0,37	6,2	0,01
28	4,580	0+675,00	223,69	225,48	1,79	0,41	5,3	0+687,68	223,69	225,47	1,78	0,37	6,2	0,01

## 4 BERECHNUNGSERGEBNISSE FÜR MHQ

HYDRO\_AS-2D, Seite 4

Profil	Abfluss Q [m³/s]	BESTAND						PLANUNG						Differenz
		Station [km]	Sohlhöhe S [NHN]	Wassersp. Wsp [NHN]	Wasserst. h [m]	Geschw. v [m/s]	Schubsp. τ [N/m²]	Station [km]	Sohlhöhe S [NHN]	Wassersp. Wsp [NHN]	Wasserst. h [m]	Geschw. v [m/s]	Schubsp. τ [N/m²]	Wsp. Best. Wsp. Planung h [m]
1	47,500	0+000,00	224,01	226,56	2,55	1,81	113,0	0+000,00	224,01	226,56	2,55	1,77	130,5	0,00
258340	47,500	0+012,27	224,18	226,58	2,40	1,82	63,6	0+012,27	224,18	226,60	2,42	1,75	81,6	-0,02
2	47,500	0+025,00	223,92	226,64	2,72	1,61	38,3	0+025,00	223,92	226,65	2,73	1,57	49,9	-0,01
3	47,500	0+050,00	223,40	226,70	3,30	1,38	22,7	0+050,00	223,40	226,72	3,32	1,36	30,1	-0,02
258350	47,500	0+070,27	222,98	226,69	3,71	1,70	92,5	0+070,27	222,98	226,74	3,76	1,31	77,4	-0,05
4	47,500	0+075,00	223,59	226,67	3,08	1,93	208,0	0+075,00	223,59	226,73	3,14	1,87	182,1	-0,06
258355	47,500	0+084,27	224,80	226,67	1,87	2,23	141,1	0+084,27	224,80	226,66	1,86	2,01	108,5	0,01
5	47,500	0+100,00	224,45	226,80	2,35	1,69	30,5	0+100,52	224,56	226,78	2,22	1,98	53,8	0,02
6	47,500	0+125,00	223,90	226,83	2,93	1,88	40,2	0+128,73	224,16	226,88	2,72	1,61	35,9	-0,05
258360	47,500	0+128,27	224,13	226,83	2,70	1,91	41,5	0+132,12	224,08	226,88	2,80	1,41	34,8	-0,05
7	47,500	0+150,00	223,86	226,90	3,04	1,71	34,2	0+154,00	223,92	226,95	3,03	1,05	17,3	-0,05
8	47,500	0+175,00	223,89	226,94	3,05	1,89	41,2	0+178,77	224,01	226,94	2,93	1,23	56,0	0,00
9	47,500	0+200,00	223,92	227,03	3,11	1,78	34,3	0+205,62	224,11	226,98	2,87	1,42	65,5	0,05
10	47,500	0+225,00	223,95	227,07	3,12	1,80	34,2	0+233,44	223,98	227,03	3,05	1,41	41,5	0,04
11	47,500	0+250,00	223,98	227,14	3,16	1,75	31,1	0+258,57	223,98	227,06	3,08	1,85	44,1	0,08
258370	47,500	0+267,27	224,00	227,19	3,19	1,70	28,9	0+275,84	224,00	227,11	3,11	1,80	52,6	0,08
12	47,500	0+275,00	224,01	227,21	3,20	1,66	27,5	0+283,57	224,01	227,13	3,12	1,81	60,7	0,08
13	47,500	0+300,00	224,05	227,25	3,20	1,59	57,1	0+308,56	224,10	227,21	3,11	1,28	25,6	0,04
14	47,500	0+325,00	224,10	227,28	3,18	1,61	41,1	0+333,71	224,21	227,27	3,06	0,91	14,2	0,01
15	47,500	0+350,00	224,14	227,33	3,19	1,56	36,9	0+359,22	224,26	227,27	3,01	1,04	22,8	0,06
16	47,500	0+375,00	224,18	227,37	3,19	1,53	34,4	0+385,22	224,27	227,29	3,02	1,18	64,2	0,08
17	47,500	0+400,00	224,22	227,40	3,18	1,53	34,1	0+408,72	224,27	227,33	3,06	1,41	11,2	0,07
18	47,500	0+425,00	224,26	227,43	3,17	1,54	32,3	0+431,89	224,34	227,35	3,01	1,38	39,2	0,08
258380	47,500	0+448,27	224,30	227,47	3,17	1,47	27,9	0+456,91	224,59	227,37	2,78	1,15	34,7	0,10
19	47,500	0+450,00	224,29	227,48	3,19	1,46	27,5	0+459,06	224,59	227,39	2,80	1,15	37,7	0,09
20	47,500	0+475,00	224,22	227,50	3,28	1,45	27,4	0+488,15	224,35	227,40	3,05	1,70	35,2	0,10
21	47,500	0+500,00	224,14	227,54	3,40	1,41	26,4	0+513,26	224,14	227,44	3,30	1,27	29,9	0,10
22	47,500	0+525,00	224,06	227,57	3,51	1,31	22,2	0+538,32	224,17	227,48	3,31	0,91	13,5	0,09
23	47,500	0+550,00	223,98	227,58	3,60	1,37	25,0	0+562,55	224,10	227,49	3,39	0,92	14,4	0,09
24	47,500	0+575,00	223,91	227,62	3,71	1,26	25,6	0+587,29	224,00	227,53	3,53	1,16	29,4	0,09
25	47,500	0+600,00	223,83	227,64	3,81	1,20	22,7	0+612,68	223,83	227,55	3,72	1,21	27,6	0,09
Bauende	47,500	0+617,34	223,81	227,65	3,84	1,20	22,9	0+617,34	223,81	227,55	3,74	1,25	30,4	0,10
26	47,500	0+625,00	223,75	227,66	3,91	1,19	23,0	0+637,68	223,75	227,57	3,82	1,33	32,5	0,09
27	47,500	0+650,00	223,67	227,67	4,00	1,21	23,0	0+662,68	223,67	227,57	3,90	1,30	31,5	0,10
28	47,500	0+675,00	223,69	227,67	3,98	1,21	23,1	0+687,68	223,69	227,58	3,89	1,29	31,7	0,09

## 5 BERECHNUNGSERGEBNISSE FÜR HQ

HYDRO\_AS-2D, Seite 5

Profil	Abfluss Q [m³/s]	BESTAND						PLANUNG						Differenz
		Station [km]	Sohlhöhe S [NHN]	Wassersp. Wsp [NHN]	Wasserst. h [m]	Geschw. v [m/s]	Schubsp. τ [N/m²]	Station [km]	Sohlhöhe S [NHN]	Wassersp. Wsp [NHN]	Wasserst. h [m]	Geschw. v [m/s]	Schubsp. τ [N/m²]	Wsp. Best. Wsp. Planung h [m]
1	180,000	0+000,00	224,01	228,24	4,23	3,26	95,8	0+000,00	224,01	228,24	4,23	3,23	94,8	0,00
258340	180,000	0+012,27	224,18	228,44	4,26	2,82	81,1	0+012,27	224,18	228,44	4,26	2,84	95,2	0,00
2	180,000	0+025,00	223,92	228,62	4,70	2,21	52,1	0+025,00	223,92	228,63	4,71	2,22	77,1	-0,01
3	180,000	0+050,00	223,40	228,73	5,33	1,84	49,9	0+050,00	223,40	228,74	5,34	1,83	50,8	-0,01
258350	180,000	0+070,27	222,98	228,76	5,78	1,88	47,0	0+070,27	222,98	228,79	5,81	1,66	46,4	-0,03
4	180,000	0+075,00	223,59	228,76	5,17	1,93	59,9	0+075,00	223,59	228,79	5,20	1,73	61,7	-0,03
258355	180,000	0+084,27	224,80	228,77	3,97	2,04	147,8	0+084,27	224,80	228,78	3,98	1,88	146,1	-0,01
5	180,000	0+100,00	224,45	228,86	4,41	1,68	47,2	0+100,52	224,56	228,87	4,31	1,52	74,6	-0,01
6	180,000	0+125,00	223,90	228,92	5,02	1,57	57,5	0+128,73	224,16	228,93	4,77	1,41	51,4	-0,01
258360	180,000	0+128,27	224,13	228,92	4,79	1,57	59,2	0+132,12	224,08	228,93	4,85	1,47	50,5	-0,01
7	180,000	0+150,00	223,86	228,96	5,10	1,35	50,9	0+154,00	223,92	228,97	5,05	1,15	33,5	-0,01
8	180,000	0+175,00	223,89	228,99	5,10	1,35	56,4	0+178,77	224,01	228,98	4,97	1,12	81,2	0,01
9	180,000	0+200,00	223,92	229,03	5,11	1,35	49,3	0+205,62	224,11	229,01	4,90	1,14	78,1	0,02
10	180,000	0+225,00	223,95	229,05	5,10	1,37	51,3	0+233,44	223,98	229,02	5,04	1,27	73,3	0,03
11	180,000	0+250,00	223,98	229,07	5,09	1,37	48,5	0+258,57	223,98	229,03	5,05	1,36	88,1	0,04
258370	180,000	0+267,27	224,00	229,09	5,09	1,36	46,5	0+275,84	224,00	229,05	5,05	1,33	78,1	0,04
12	180,000	0+275,00	224,01	229,09	5,08	1,36	44,5	0+283,57	224,01	229,06	5,05	1,33	62,3	0,03
13	180,000	0+300,00	224,05	229,12	5,07	1,35	42,9	0+308,56	224,10	229,10	5,00	1,17	42,0	0,02
14	180,000	0+325,00	224,10	229,14	5,04	1,31	46,7	0+333,71	224,21	229,12	4,91	1,07	26,3	0,02
15	180,000	0+350,00	224,14	229,17	5,03	1,25	45,6	0+359,22	224,26	229,13	4,87	1,04	40,8	0,04
16	180,000	0+375,00	224,18	229,19	5,01	1,16	46,0	0+385,22	224,27	229,14	4,87	1,07	70,2	0,05
17	180,000	0+400,00	224,22	229,22	5,00	0,99	48,2	0+408,72	224,27	229,17	4,90	1,05	33,1	0,05
18	180,000	0+425,00	224,26	229,25	4,99	0,98	48,7	0+431,89	224,34	229,17	4,83	1,05	36,3	0,08
258380	180,000	0+448,27	224,30	229,27	4,97	1,19	45,3	0+456,91	224,59	229,20	4,61	1,05	69,2	0,07
19	180,000	0+450,00	224,29	229,27	4,98	1,21	44,6	0+459,06	224,59	229,21	4,62	1,07	76,6	0,06
20	180,000	0+475,00	224,22	229,28	5,06	1,33	44,6	0+488,15	224,35	229,19	4,84	1,38	66,7	0,09
21	180,000	0+500,00	224,14	229,29	5,15	1,31	67,1	0+513,26	224,14	229,23	5,09	1,19	55,2	0,06
22	180,000	0+525,00	224,06	229,31	5,25	1,26	61,9	0+538,32	224,17	229,26	5,09	1,06	57,9	0,05
23	180,000	0+550,00	223,98	229,33	5,35	1,29	54,7	0+562,55	224,10	229,27	5,17	1,10	60,1	0,06
24	180,000	0+575,00	223,91	229,35	5,44	1,29	63,3	0+587,29	224,00	229,27	5,27	1,31	67,2	0,08
25	180,000	0+600,00	223,83	229,37	5,54	1,30	55,7	0+612,68	223,83	229,29	5,46	1,33	56,8	0,08
Bauende	180,000	0+617,34	223,81	229,37	5,56	1,30	56,1	0+617,34	223,81	229,29	5,48	1,34	68,3	0,08
26	180,000	0+625,00	223,75	229,38	5,63	1,19	57,8	0+637,68	223,75	229,31	5,56	1,21	65,6	0,07
27	180,000	0+650,00	223,67	229,40	5,73	1,14	55,1	0+662,68	223,67	229,34	5,67	1,16	67,8	0,06
28	180,000	0+675,00	223,69	229,41	5,72	1,15	56,0	0+687,68	223,69	229,36	5,67	1,16	67,9	0,05