

**GRUNDINSTANDSETZUNG BRÜCKE**

**WANDSEREDDER (BW-NR.495)**

**HERSTELLUNG DER ÖKOLOGISCHEN**

**DURCHGÄNGIGKEIT DES GEWÄSSERS**

**Planungsunterlage Abschnitt 4**  
Erläuterungsbericht zur Vorplanung



**LSBG**  
Landesbetrieb Straßen,  
Brücken und Gewässer  
Hamburg

  
**Hamburg**

Auftraggeber:

Bezirksamt Wandsbek  
Dezernat Wirtschaft, Bauen und Umwelt  
Fachamt Management des öffentlichen Raumes  
Am Alten Posthaus 2  
22041 Hamburg

Fachdienststelle:

Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer (LSBG)  
Geschäftsbereich Gewässer und Hochwasserschutz  
Fachbereich Hydrologie und Wasserwirtschaft –G1–  
Sachsenfeld 3 – 5  
20097 Hamburg

Verfasser:

biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH  
Nebelring 15  
18246 Bützow

© LSBG Hamburg 2021

Alle Rechte vorbehalten. Ohne ausdrückliche Prüfung und Genehmigung des LSBG ist es nicht gestattet, diesen dienstlichen Bericht oder Teile daraus zu veröffentlichen.

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Allgemeines.....</b>	<b>6</b>
1.1	Darstellung der Baumaßnahme, Lage und Einordnung in die überörtliche Situation	6
1.2	Begründung des Vorhabens, Anlass, Notwendigkeit und Dringlichkeit der Baumaßnahme.....	7
1.3	Auftraggeber, Bedarfsträger sowie Projektauftrag.....	8
1.4	Senatsbeschlüsse oder Beschlüsse der parlamentarischen Gremien.....	9
1.5	Angaben zu weiteren Vereinbarungen.....	9
<b>2</b>	<b>Planungsgrundlagen .....</b>	<b>10</b>
2.1	Planungsrechtliche Grundlagen.....	10
2.2	Allgemeine und planungsspezifische Daten.....	10
2.3	Gewässerbegehung und Vermessung .....	11
2.4	Kartierung von Flora und Fauna.....	11
<b>3</b>	<b>Technische Beschreibung der Baumaßnahme sowie Begründung und Erläuterung zur Kostenvarianz, zu möglichen Preissteigerungen, etwaigen Kostenrisiken und zur Wirtschaftlichkeit der gewählten Ausführungsvariante.....</b>	<b>12</b>
3.1	Technische Angaben zur bestehenden baulichen Anlage oder Beschreibung der örtlichen Situation Neubauten.....	12
3.1.1	Ist-Zustand der Wandse im Projektgebiet.....	12
3.1.2	Ist-Zustand der Bauwerke im Projektgebiet .....	15
3.2	Anforderungen an Art und Umfang der erforderlichen Baumaßnahme.....	16
3.2.1	Biologische Anforderungen.....	17
3.2.1.1	Ichthyofauna .....	17
3.2.1.2	Makrozoobenthos .....	20
3.2.1.3	Fischotter .....	21
3.2.2	Gewässertypbezogenes Leitbild .....	21
3.2.3	Hydraulische Vorgaben.....	22
3.3	Vorgabe aus Planungsrecht sowie sonstige Randbedingungen .....	23
3.3.1	Auszug aus dem Bewirtschaftungsplan nach EU-Wasserrahmenrichtlinie...	23
3.3.2	Entwässerungseinrichtungen im Projektgebiet .....	24
3.3.3	Leitungsbestand.....	24
3.3.4	Denkmalschutz .....	24
3.3.5	Wasserschutzgebiete und Wasserrechte.....	24
3.3.6	Grundwassermessstellen.....	25

3.3.7	Flurstückskulisse/ Eigentumsverhältnisse.....	25
3.3.8	Naturschutzrechtliche Anforderungen.....	26
3.4	Rahmenbedingungen für die Durchführung der Baumaßnahme.....	28
3.5	Baugrund, Grundwasserverhältnisse, Kampfmittelfreiheit.....	28
3.5.1	Kampfmittelbelastung.....	28
3.5.2	Bodenuntersuchungen und Baugrunderkundung.....	28
3.5.3	Grundwasserverhältnisse.....	30
3.6	Maßnahmenkonzeption und Variantenuntersuchung.....	30
3.6.1	Grundlagen zu den betrachteten Varianten.....	31
3.6.2	Variante A: Naturnaher Raugerinnebeckenpass.....	35
3.6.2.1	Grundlagen und Bemessungsparameter.....	35
3.6.2.2	Berechnungsergebnisse.....	39
3.6.2.3	Bauliche Ausführung.....	46
3.6.2.4	Unterhaltungskosten, Monitoring, Nacharbeiten.....	49
3.6.2.5	Biotopbetroffenheiten.....	49
3.6.3	Variante B: Raugerinne ohne Störsteine.....	50
3.6.3.1	Grundlagen und Bemessungsparameter.....	50
3.6.3.2	Berechnungen und deren Ergebnisse.....	52
3.6.3.3	Bauliche Ausführung.....	55
3.6.3.4	Biotopbetroffenheiten.....	55
3.6.4	Variante C: Raugerinne mit Störsteinen.....	56
3.6.4.1	Grundlagen und Bemessungsparameter.....	56
3.6.4.2	Berechnungsergebnisse.....	58
3.6.4.3	Biotopbetroffenheiten.....	58
3.6.4.4	Variante D: Gefälleabbau unterhalb der Brücke Wandseredder.....	58
3.6.5	Variante 0: Brückenneubau ohne und mit Sohlanpassungen oberhalb der Brücke.....	61
3.6.5.1	Variante 0.....	63
3.6.5.2	Variante 0.1.....	65
3.6.5.3	Variante 0.2.....	67
3.6.5.4	Variante 0.3.....	67
3.6.5.5	Diskussion zur Herabsetzung des Grenzwertes.....	69
3.6.5.6	Auswertung Schleppspannung / Geschiebeverhältnisse für die Variante V0.1 bis V0.3.....	70
3.6.5.7	Auswirkungen der Sohlanpassungen auf die Wandse und die angrenzenden Biotope.....	72
3.6.6	Dimensionierung der lichten Weite der Brücke.....	74

3.6.7	Bauzeitliche Wasserumleitung/ Bypass .....	75
3.7	Gewählte Ausführungsvariante, Begründung und Erläuterung der Wirtschaftlichkeit der gewählten Ausführungsvariante.....	76
3.7.1	Variantenvergleich .....	76
3.7.1.1	Fischartenselektion .....	76
3.7.1.2	Biologische Einschätzung.....	77
3.7.1.3	Beeinflussung des Quellbiotops hinsichtlich Grundwasserabsenkungen...	79
3.7.1.4	Hydraulische Gewässermodellierung .....	79
3.7.1.5	Technische Bewertung zur Umsetzung der Maßnahmen.....	80
3.7.1.6	Vergleich der umsetzungsfähigen Varianten A und V0.1.....	81
3.7.1.7	Vorzugsvariante .....	83
3.7.1.8	Stellungnahmen zu der Vorzugsvariante .....	83
3.8	Erläuterungen zu den Kosten .....	84
3.8.1	Erläuterung zur Kostenermittlung.....	84
3.8.2	Besondere Kostenrisiken.....	86
3.8.3	Erläuterungen zur Folgepflicht und zum Vorteilsausgleich.....	87
3.8.4	Folgekosten .....	87
3.9	Wahl der Baustoffe und bautechnische Einzelheiten.....	87
3.10	Ausbau und Ausstattung .....	87
3.11	Betriebs- und sicherungstechnische Anlagen, Einrichtungen und Ausrüstungen.	87
3.12	Angaben zur Bauzeit und zur Durchführung der Baumaßnahme .....	88
3.13	Auswirkungen aus Immissionen .....	89
3.14	Voraus- und Folgemaßnahmen.....	90
3.15	Auswirkungen der Baumaßnahme auf das unmittelbare und erweiterte Umfeld .	91
3.16	Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen zum Schutz von Natur und Landschaft .....	91
3.17	Anlagevermögen.....	91
<b>4</b>	<b>Grunderwerb.....</b>	<b>92</b>
<b>5</b>	<b>Anmerkungen zur Finanzierung.....</b>	<b>93</b>
<b>6</b>	<b>Sonstiges, Weiterer Klärungs- und Handlungsbedarf .....</b>	<b>94</b>
<b>7</b>	<b>Quellenverzeichnis .....</b>	<b>95</b>
<b>8</b>	<b>Aufstellungsvermerk .....</b>	<b>98</b>

# 1 Allgemeines

## 1.1 Darstellung der Baumaßnahme, Lage und Einordnung in die überörtliche Situation

Das Projektgebiet befindet sich im Stadtteil Rahlstedt im Bezirk Wandsbek im nordöstlichen Rand-bereich von der Freien und Hansestadt Hamburg. Südwestlich wird das Projektgebiet von einer alten, stillgelegten Lackfabrik westlich der Straße „Wandseredder“ begrenzt. Südlich schließen Privatgrundstücke und nördlich der Wandse Biotope bzw. dicht bewachsene Ufervegetationsflächen an (Abbildung 1-1).

Projektbestandteil ist die marode, baufällige Brücke sowie das Fließgewässer der Wandse im Brückenbereich.



Abbildung 1-1: Lage des Plangebietes (rot umrandet; Kartengrundlage geportal.metropolregion.hamburg.de)

Das Projektgebiet ist über öffentliche, asphaltierte Straßen zu erreichen. Die Zufahrt erfolgt von der Rahlstedter Straße über die Loher Straße und dem Altrahlstedter Kamp. Von hier aus führt in nördliche Richtung die Straße Wandseredder direkt zur Brücke Wandseredder bzw. zum Projektgebiet (Abbildung 1.1). Die Brücke selbst ist sowohl für den Straßenverkehr als auch für den Fußgänger- und Radwegeverkehr freigegeben.

Die Niederung der Wandse ist im Projektgebiet seit 19.08.1986 auf Basis des 200-jährigen Hochwasserereignisses als Überschwemmungsgebiet ausgewiesen (HmbGVBl 1986, S. 269).

Besondere Aufmerksamkeit muss bei der Baumaßnahme der alten Lackfabrik sowie dem angrenzenden Gelände aufgrund der Schadstoffbelastung im Boden sowie dem Naturschutz aufgrund der betroffenen Biotope geschenkt werden.

## **1.2 Begründung des Vorhabens, Anlass, Notwendigkeit und Dringlichkeit der Baumaßnahme**

In den wasserwirtschaftlichen, naturschutzfachlichen und fischereirechtlichen Gesetzen des Bundes und der Länder (z. B. Wasserhaushaltsgesetz WHG, Landeswassergesetz HWaG) ist festgelegt, dass die Gewässer als Bestandteil des Naturhaushaltes und als Lebensraum für Tiere und Pflanzen zu sichern sind und eine Beeinträchtigung ihrer ökologischen Funktionen zu unterbleiben hat. Dazu gehört auch die Gewährleistung der ökologischen Durchgängigkeit, da viele Arten der Ichthyofauna und des Makrozoobenthos auf eine kompensatorische Aufwanderung in den Fließgewässern angewiesen sind bzw. ontogenetisch determinierte Lebensraumwechsel vollziehen können müssen (z. B. Laichwanderungen). Nur so ist die Vitalität der Populationen zu gewährleisten und eine ökologisch funktionstüchtige Biozönose aufrecht zu erhalten.

Die Brücke Wandseredder befindet sich derzeit in einem schlechten baulichen Zustand und soll grundinstandgesetzt werden in Form eines Ersatzneubaus. Die Planung des Ersatzneubaus erfolgt durch den Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer, Geschäftsbereich Konstruktive Ingenieurbauwerke, Fachbereich Entwurf (K2), im Folgenden als LSBG/ K2 bezeichnet. In diesem Zusammenhang ist die ökologische Durchgängigkeit für die wasserrahmenrichtlinien-berichtspflichtige Wandse (Wasserkörper al\_12) herzustellen, denn derzeit stellt die Brücke mit ihrer Rampe, welche einen Sohlsprung von rund einem Meter erzeugt, ein unüberwindbares Hindernis für die Ichthyofauna und das Makrozoobenthos dar.

Im Zuge der Planung sind sämtliche naturschutzrechtliche, wasserwirtschaftliche und sonstige Randbedingungen zu berücksichtigen.

Innerhalb der Vorplanung sollen jeweils fünf Varianten in Bezug auf verschiedene Ausführungsvarianten des Brückenbauwerkes zur Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit der Wandse in diesem Bereich erarbeitet und verglichen werden. Ziel ist die Benennung einer Vorzugsvariante, welche den größtmöglichen Kompromiss zwischen den gegebenen Randbedingungen (insbesondere dem Naturschutz) und der technischen Umsetzbarkeit bildet.

Der Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer, Geschäftsbereich Gewässer und Hochwasserschutz, Fachbereich Hydrologie und Wasserwirtschaft (G1), im Folgenden als LSBG bezeichnet, hat die Institut biota GmbH mit der Vorplanung zum Projekt „Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit des angrenzenden Gewässerabschnitts der Wandse im Rahmen der Grundinstandsetzung der Brücke Wandseredder“ beauftragt.

### 1.3 Auftraggeber, Bedarfsträger sowie Projektauftrag

Auftraggeber und Bedarfsträger:

Bezirksamt Wandsbek  
Dezernat Wirtschaft, Bauen und Umwelt  
Fachamt Management des öffentlichen Raumes  
Abteilung Wasserwirtschaft  
Am Alten Posthaus 2  
22041 Hamburg

Kontrakt: 2009

PSP 13105: Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit des Gewässers

Fachdienststelle:

Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer (LSBG)  
Geschäftsbereich Gewässer und Hochwasserschutz  
Fachbereich Hydrologie und Wasserwirtschaft (G1)  
Sachsenfeld 3 – 5  
20097 Hamburg

Verfasser:

biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH  
Nebelring 15  
18246 Bützow

Der Kontrakt 2009 enthält folgende weitere Teilprojekte:

PSP 13104 Wandseredder, Grundinstandsetzung Brücke und Straße

PSP 13106 Wandseredder, Planfeststellungsverfahren

PSP 13107 Wandseredder, 2D Gewässermodellierung (siehe Anlage 12.4)

Für das Projekt 13104 wird eine eigene Planungsunterlage erstellt. Das Projekt ist nicht Inhalt der vorliegenden Unterlage. Bedarfsträger ist dort die Behörde für Verkehr und Mobilitätswende, Amt für Verkehr, Abteilung Infrastruktur (VI3). Fachdienststelle für das Projekt 13104 ist der Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer, Geschäftsbereich Konstruktive Ingenieurbauwerke, Fachbereich Entwurf (K2)

Das Planfeststellungs- bzw. Plangenehmigungsverfahren (PSP 13106) wird später gemeinsam von beiden Fachdienststellen durchgeführt.

## **1.4 Senatsbeschlüsse oder Beschlüsse der parlamentarischen Gremien**

Entfällt

## **1.5 Angaben zu weiteren Vereinbarungen**

Entfällt

## 2 Planungsgrundlagen

### 2.1 Planungsrechtliche Grundlagen

Der Wandselauf westlich der Straße Wandseredder liegt im Geltungsbereich des Bebauungsplanes Rahlstedt 12, Bezirk Wandsbek, Ortsteil 526 von 1969 (auf Grund des Bundesbaugesetzes vom 23. Juni 1960) sowie der 1. Änderung des Bebauungsplanes (Rahlstedt 12 1. Änderung) von 1988. Die Wandse östlich der Straße Wandseredder liegt im Geltungsbereich des Baustufenplanes Rahlstedt, Bezirk Wandsbek, Ortsteil 526 von 1955 (Abschnitt 12).

Im Westen der Brücke Wandseredder wurde die Wandse im Bebauungsplan von 1969 auf Höhe der Lackfabrik als Wasserfläche ausgewiesen und als breite Gewässeraufweitung dargestellt. Der Bereich östlich der Brücke Wandseredder wird im Baustufenplan von 1952 als neu auszuweisendes Außengebiet dargestellt, die Wandse selbst als Wasserfläche. Die Planungen sind mit den Festlegungen in den genannten Bebauungs- und Baustufenplänen vereinbar.

Bei der Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit handelt es sich um einen Gewässerausbau (§67 Wasserhaushaltsgesetz). Somit ist für die Maßnahme ein wasserrechtliches Zulassungsverfahren erforderlich. Für das Vorhaben wurde eine standortbezogene Prüfung des Einzelfalls nach § 5 Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) durchgeführt. Im Ergebnis wird gutachterlicherseits keine UVP-Pflicht festgestellt, so dass die Voraussetzung für die Durchführung eines Plangenehmigungsverfahrens erfüllt ist. Es ist vorgesehen, für die Maßnahmen ein wasserrechtliches Plangenehmigungsverfahren gemäß § 68 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) in Verbindung mit dem Hamburgischen Wassergesetz (HWaG) durchzuführen.

### 2.2 Allgemeine und planungsspezifische Daten

Als Grundlage für die vorliegende Planung standen verschiedene Unterlagen und Daten zur Verfügung, deren Auswertung Informationen über zu beachtende Rahmenbedingungen und Zustände im Plangebiet geben:

Für die vorgelegte Planung wurden vom Auftraggeber zur Projektbearbeitung folgende Grundlagendaten zur Verfügung gestellt:

- digitale Karte DK5 des Landesbetriebs Geoinformation und Vermessung (LGV), Stand 2017
- digitale Karte DK20.000 des LGV, Stand 2017
- digitale Orthofotos DOP20 des LGV, Stand 2017
- digitales Geländemodell DGM1 des LGV aus Laserscanvermessung von 2010
- digitale Daten zu den betroffenen Flurstücken
- Kampfmittelauskunft der Freien und Hansestadt Hamburg, Behörde für Inneres und Sport vom 09.11.2015 und 14.08.2019

- fischbestandskundliche Untersuchungen und ökologische Bewertung der Fischfauna gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie in der oberen Wandse in Hamburg (LIMNOBIOS 2012)
- Kartenmaterial zur Geologie, Geohydrologie, zum Grundwasser sowie zum Grünen Netz der Hansestadt Hamburg, <http://geofos.fhhnet.stadt.hamburg.de/FHH-Atlas/>
- digitale Pläne zum vorhandenen Leitungsbestand von Ver- und Entsorgern
- Erhebungsbögen der im Plangebiet kartierten Biotope
- vier verschiedene Varianten zum Neubau der Brücke Wandseredder vom LSBG
- Vermessungsdaten zum Plangebiet von der Freien und Hansestadt Hamburg, LGV, Kommunale Vermessung, S1, April/Mai 2019
- Orientierende Schadstoffuntersuchung/ Baugrunderkundung (Flurstück 322) an der Wandse oberhalb der Brücke Wandseredder von der Geo- und Umwelttechnik, Ingenieur-Gesellschaft mbH, Beratende Ingenieure (Abschnitt 12)
- Technische Bewertung zur Umsetzung der Maßnahme von der Geo- und Umwelttechnik, Ingenieur-Gesellschaft mbH, Beratende Ingenieure (Abschnitt 12)
- Fischaufstiegsanlage Wandseredder/ Hydraulische Nachweise/ 2D Modellierung mit D-Flow FM vom LSBG (Abschnitt 12)
- vorliegende Wasserrechte im Projektgebiet aus dem Geoportal Hamburg, <https://geoportal-hamburg.de/geo-online/?mdd=DF1557E1-F2DA-4793-A4CB-CD618D07EB8E>

### 2.3 Gewässerbegehung und Vermessung

Als Grundlage für die Planung dienen die durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellten Vermessungsdaten des Plangebietes. Gegenstand der Vermessung war die Brücke Wandseredder sowie der Gewässerverlauf der Wandse rund 70 m unterhalb und rund 190 m oberhalb des Brückenbauwerkes. Des Weiteren erfolgte die Vermessung der umliegenden Flächen, der Bestandsvegetation, Einleitungen, Gebäude usw.

Im Zuge eines am 05.06.2019 erfolgten Projektaufakttermins mit dem Auftraggeber wurde das Projektgebiet durch die Projektbearbeiter der Institut biota GmbH begangen. Währenddessen sind der Zustand der Wandse, einmündende Einleitungen sowie die Bauwerke mittels Fotos festgehalten worden. Die darüber gewonnenen zusätzlichen Erkenntnisse über die örtlichen Gegebenheiten sind in die Variantenplanung eingeflossen.

### 2.4 Kartierung von Flora und Fauna

Im Jahr 2019 wurden Kartierungen von Flora und Fauna im Betrachtungsbereich durchgeführt. Kartiert wurden Biotope, Brutvögel, Fledermäuse, Amphibien, Libellen, Eremit/ Scharlachkäfer, Nachtkerzenschwärmer, Großmuscheln, Fischotter und Fische.

Der gesamte Kartierbericht ist im Abschnitt 12 zu finden.

### **3 Technische Beschreibung der Baumaßnahme sowie Begründung und Erläuterung zur Kostenvarianz, zu möglichen Preissteigerungen, etwaigen Kostenrisiken und zur Wirtschaftlichkeit der gewählten Ausführungsvariante**

#### **3.1 Technische Angaben zur bestehenden baulichen Anlage oder Beschreibung der örtlichen Situation Neubauten**

##### **3.1.1 Ist-Zustand der Wandse im Projektgebiet**

Die Wandse befindet sich vollständig in einem gesetzlich geschützten Biotop. Im Süden wird sie durch private Grundstücke sowie die anliegende Lackfabrik begrenzt. Sie stellt sich ober- und unterhalb der Brücke Wandseredder als naturnahes Fließgewässer mit reichhaltigen naturnahen Strukturen dar. Auffällig waren insbesondere (Abbildung 3.1 bis Abbildung 3.10):

- der geschwungene Gewässerverlauf
- die üppige, begleitende Ufervegetation und damit ein hoher Beschattungsgrad
- die Tothölzer im und am Gewässer
- freiliegende Wurzelsysteme
- Untiefen in der Sohle
- verschiedene Sohlsubstrate (Sand, Kies, Steine)
- lokale Bermen
- Strömungsdiversitäten
- Inselbildungen

Als negativ sind im betrachteten Abschnitt folgende Punkte zu benennen (Abbildung 3.7 bis Abbildung 3.10):

- fehlende, ökologische Durchgängigkeit durch die einen Sohlabsturz von rund einem Meter erzeugende Rampe im Brückenbereich
- steile, teilweise befestigte Böschungen, welche die Verzahnung vom aquatischen und terrestrischen Lebensraum behindern
- vorhandener Unrat/ Abfall insbesondere direkt unterhalb der Brücke Wandseredder
- Rückstau und dadurch teilweise Verschlickung der Sohle
- Dominanz von Neophyten wie dem Japanischen Staudenknöterich

Im Plangebiet besitzt die Wandse oberhalb der Brücke eine entsprechend des naturnahen Zustandes variable Sohlbreite von 2,5 bis 6,0 m und unterhalb der Brücke im ausgespülten Bereich eine Sohlbreite bis zu 8,0 m. Die Böschungsneigungen reichen von 1:0,5 bis 1:2,2. Der Höhenunterschied zwischen Böschungsoberkante und Sohle weist oberhalb der Brücke Werte zwischen 0,5 bis 2,5 m und unterhalb der Brücke Werte zwischen 0,6 bis 3,3 m auf.

Im Projektgebiet verläuft die Brücke Wandseredder über die Wandse. Auch befindet sich angrenzend an die Wandse eine alte, stillgelegte Lackfabrik.

Augenscheinlich ist in der Wandse seit vielen Jahren keine Gewässerunterhaltung erfolgt. Sie wurde im Plangebiet sich selbst überlassen und konnte sich somit naturnah entwickeln. Dadurch existieren ober- und unterhalb der Brücke keine Zuwegungen zur und entlang der Wandse.



Abbildung 3-1: Wandse oberhalb der Brücke mit verschiedenen Sohlsubstrat, Sturzbäumen, Strömungsdiversitäten und einer üppigen Ufervegetation (gegen Fließrichtung, Juni 2019)



Abbildung 3-2: Wandse oberhalb der Brücke mit Totholz im Gewässer (Juni 2019)



Abbildung 3-3 und Abbildung 3-4: Wandse oberhalb der Brücke mit einer Berme, Totholz und Wurzelsystemen im und am Gewässer sowie einer üppigen Ufervegetation (gegen Fließrichtung, Juni 2019)



Abbildung 3-5 und Abbildung 3-6: Wandse unterhalb der Brücke mit einer Inselbildung, Totholz sowie Wurzelsystemen im und am Gewässer sowie einer üppigen Ufervegetation (gegen Fließrichtung, Juni 2019)



Abbildung 3-7: Ökologisch nicht durchgängige Sohlrampe im Brückenbereich (gegen Fließrichtung, Juni 2019)



Abbildung 3-8: Uferbefestigung oberhalb des Brückenbauwerkes (in Fließrichtung, Juni 2019)

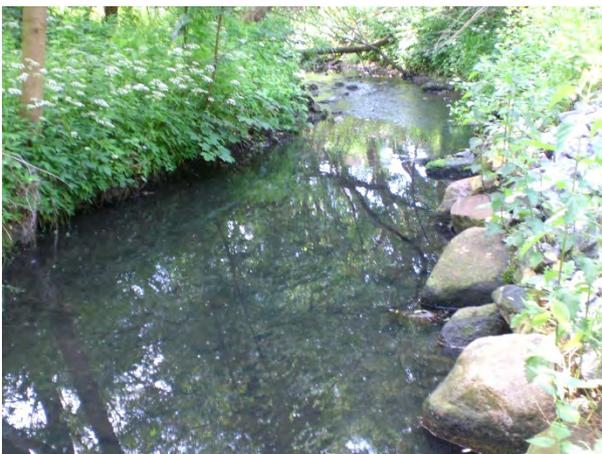


Abbildung 3-9: Einheitliche Gewässerbreite mit angrenzenden, steilen Böschungen oberhalb der Brücke (gegen Fließrichtung, Juni 2019)



Abbildung 3-10: Unrat/ Abfall unterhalb der Brücke in Form von Plastik, Betonteilen etc. (gegen Fließrichtung, Juni 2019)

### 3.1.2 Ist-Zustand der Bauwerke im Projektgebiet

Im Projektgebiet liegt die Brücke Wandseredder, deren Gründung mit der unmittelbar angrenzenden Lackfabrik monolithisch verbunden ist (Abbildung 3.12, Abbildung 3.14 bis Abbildung 3.15). Sowohl die Brücke als auch die Lackfabrik befinden sich in einem schlechten baulichen Zustand.

Die vorhandene Fahrbahn auf der Brücke erlaubt derzeit nur den einspurigen Verkehr (Abbildung 3.11). Im Jahr 2018 wurden die nordöstliche und südwestliche Böschung instandgesetzt. Im Bereich der nordöstlichen Böschung wurden Holzpfähle in den Boden eingebracht und Wasserbausteine aufgeschüttet. Im Bereich der südöstlichen Böschung wurde eine Trägerbohlwand mit Stahlausfachung eingebracht und davor natürliche Wasserbausteine aufgeschüttet. Die ehemalige Flügelwand wurde abgebrochen. Die Gewässersohle unterhalb der Brücke ist durch eine rund 3 m breite und rund 4,3 m lange Sohlrampe gekennzeichnet, die einen Sohlabsturz von insgesamt ca. 1 m erzeugt (Abbildung 3.13, Abbildung 3.14). Sie verhindert die ökologische Durchgängigkeit in der sonst naturnahen Wandse.

In der Lackfabrik wurde der Betrieb zum Jahreswechsel 2004/2005 eingestellt (BUSCHHÜTER, T. 2015). Seitdem sind keine Unterhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen erfolgt, sodass sich die Gebäude in einem abrisssreifen Zustand befinden. Zudem sind das Betriebsgelände sowie die angrenzende Brücke mit ihren Böschungen mit zahlreichen, teilweise gesundheitsgefährdenden Schadstoffen belastet (BUSCHHÜTER, T. 2015 und Kapitel 3.5.2). Zum Betriebsgelände gehörte damals auch der ehemalige Mühlenteich oberhalb der Brücke Wandseredder (Flurstück 322). In diesem Bereich sind die Schadstoffbelastungen jedoch nicht erwähnenswert (Kapitel 3.5.2).



Abbildung 3-11: Einspurige Überfahrt über die Brücke Wandseredder (Juni 2019)



Abbildung 3-12: Brücke Wandseredder mit behelfsmäßigen Befestigungsmaßnahmen (Spundwand und Steinschüttung) im Vordergrund (in Fließrichtung, Juni 2019)



Abbildung 3-13: Ökologisch nicht durchgängige Sohlrampe im Brückenbereich (in Fließrichtung, Juni 2019)



Abbildung 3-14: Brücke Wandseredder mit behelfsmäßigen Befestigungsmaßnahmen links (Palisaden mit dahinterliegender Steinschüttung) sowie der Lackfabrik rechts (gegen Fließrichtung, Juni 2019)



Abbildung 3-15 und Abbildung 3-16: Alte, stillgelegte Lackfabrik unterhalb der Brücke Wandseredder (Juni 2019)

### 3.2 Anforderungen an Art und Umfang der erforderlichen Baumaßnahme

Die geplante Maßnahme zur Errichtung einer ökologisch durchgängigen Fischwanderhilfe bzw. zur Herstellung eines ökologisch durchgängigen Gewässerabschnittes innerhalb der Wandse entspricht den Anforderungen der EU-WRRL. Dies erfolgt im Zusammenhang mit dem Rückbau der vorhandenen Sohlschwelle und der Umverlegung der Gewässerachse im Zuge der Grundinstandsetzung der Brücke.

Für die Fischwanderhilfe sind biologische und hydraulische Anforderungen zu berücksichtigen. Für den angrenzenden Gewässerlauf ist das gewässertypbezogene Leitbild relevant.

## 3.2.1 Biologische Anforderungen

### 3.2.1.1 Ichthyofauna

Entscheidende Parameter für die Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit im Bereich der Brücke Wandseredder sind die Bedürfnisse und Leistungsmerkmale des gesamten aktuell und potentiell vorkommenden Fischartenspektrums. Die Festlegung wesentlicher Kriterien wird nachfolgend nach DWA-M 509 2014 bewertet.

Durch fischbestandskundliche Untersuchungen der Oberen Wandse in den Jahren 1991, 2007, 2011 (LIMNOBIOS 2012) sowie im Bereich des Projektgebietes im Jahre 2019 (vgl. Kartierbericht Abschnitt 12) konnte folgendes ichthyofaunistisches Artenspektrum nachgewiesen werden:

- Aal (*Anguilla anguilla*)
- Bachforelle (*Salmo trutta f. fario*)
- Bachneunauge (*Lampetra planeri*)
- Bitterling (*Rhodeus sericeus amarus*)
- Dreistachliger Stichling (*Gasterosteus aculeatus*)
- Flussbarsch (*Perca fluviatilis*)
- Gründling (*Gobio gobio*)
- Hecht (*Esox lucius*)
- Karausche (*Carassius carassius*)
- Karpfen (*Cyprinus carpio*)
- Moderlieschen (*Leucaspius delineatus*)
- Neunstachliger Stichling (*Pungitius pungitius*)
- Plötze / Rotaugen (*Rutilus rutilus*)
- Schleie (*Tinca tinca*)
- Schmerle (*Barbatula barbatula*)

Bezüglich der Fließgeschwindigkeiten müssen bei der Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit vorrangig die leistungsschwächeren Arten berücksichtigt werden. Dazu gehören in diesem Fall insbesondere das Bachneunauge, der Dreistachelige Stichling, der Hecht, die Karausche, das Moderlieschen, die Plötze, die Schleie sowie die Schmerle (Tabelle 3-1). Sie erreichen kritische Schwimmggeschwindigkeiten von  $\leq 0,4$  m/s. Innerhalb der betrachteten technischen Bauwerke sollten also Fließgeschwindigkeiten von 0,4 m/s nicht überschritten werden, um auch den schwachen Arten den Aufstieg zu ermöglichen. Diese sollten insbesondere in Sohlnähe nur begrenzt überschritten werden, wohingegen im Freiwasser auch höhere Strömungswerte erreicht werden können. Auf kurzer Distanz sind die Fische auch in der Lage Passagen mit höheren Fließgeschwindigkeiten von im Allgemeinen  $\geq 0,8$  m/s zu bewältigen, die im Bereich technischer Bauwerke herrschen können. Es muss den Fischen jedoch die Möglichkeit gegeben werden, sich von diesen Fließgeschwindigkeiten zu erholen. Die Einplanung von Ruhezeiten, in denen geringe Fließgeschwindigkeiten vorherrschen, nach Passagen mit höheren Fließgeschwindigkeiten ist daher fundamental. Demzufolge besteht die Notwendigkeit der Herstellung einer ausgeprägten Strömungsvarianz, welche durch ein kleinräumig wechselndes Strömungsbild gewährleistet werden kann. Auch muss der Abstand zwischen den einzelnen Riegeln einer Fischaufstiegsanlage (FAA) ausreichend groß sowie die Länge einer Sohlgleite ausreichend kurz gewählt werden.

Tabelle 3-1: Angaben zur Autökologie und Leistungsmerkmalen der Fische und Rundmäuler (nach Müller 1983, Dierking & Wehrmann 1991, Colling 1996, Jens et al. 1997, Brunke & Hirschhäuser 2005, Diekmann et al. 2005, Russon & Kemp 2011, Lemcke & Winkler 1998, Besson et al. 2009) - Legende: kr Sg = kritische Schwimmggeschwindigkeit (m/s), höchste Geschwindigkeit, gegen die ein Fisch eine gewisse Zeit anschwimmen kann, ehe er abgetrieben wird; Sp = Sprintgeschwindigkeit (m/s), höchste Geschwindigkeit, die unter Inanspruchnahme des anaeroben Stoffwechsels der Muskulatur nur für eine sehr kurze Zeit (< 20s) aufrecht erhalten werden kann; Ah = nicht mehr überwindbare Absturzhöhe (m)

Artname	kr Sg / Sp / Ah	Habitatansprüche/Leistungsmerkmale
<b>Aal</b> <i>Anguilla anguilla</i>	0,47 - 0,83 1,14 - 2,12 -	strömungsindifferente Art, präferiert ruhige Fließ- sowie Stillgewässer, ausgeprägter Wandertrieb, Reproduktionstyp: marin
<b>Bachforelle</b> <i>Salmo trutta f. fario</i>	0,8 - 1,0 2,0 - 3,5 -	bevorzugt naturnahe, sommerkühle und sauerstoffreiche Bäche mit Kiesgrund, Reproduktionstyp: lithophil
<b>Bachneunauge</b> <i>Lampetra planeri</i>	0,4 0,7 - 0,8 -	präferiert kleinere Fließgewässer im oberen Einzugsgebiet, benötigt kiesige Laichsubstrate, Aufwuchshabitate der Larven (Querder) sind feinsandige bis schlammige Sedimente mit geringem Anteil fäulnisfähiger Stoffe, Reproduktionstyp: lithophil, gilt als leistungsschwächere Art
<b>Bitterling</b> <i>Rhodeus amarus</i>	- - -	bevorzugt stehende, flache Kleingewässer, die Uferregion von Seen sowie Buchten in strömungsarmen Fließgewässern mit üppigem Pflanzenwuchs, daneben sollten aber auch besonnte Freiwasserzonen vorhanden sein; kommt nur in Vergesellschaftung mit Großmuscheln ( <i>Unio</i> sp., <i>Anodonta</i> sp.) vor (Eiablage in den Kiemenraum der Muscheln), gilt als leistungsschwächere Art
<b>Dreistachliger Stichling</b> <i>Gasterosteus aculeatus</i>	0,36 - -	ubiquitärer und eurytope Besiedler der unterschiedlichsten Gewässertypen, bevorzugt vegetationsreiche Flachwasserzonen, strömungsindifferente Art, Reproduktionstyp: phytophil, die ursprünglich marine Art tritt in mehreren Phänotypen auf (als anadrome Meeres- und Mischform sowie als stationäre Süßwasserform)
<b>Flussbarsch</b> <i>Perca fluviatilis</i>	0,42 - 0,49 1,08 - 1,45 -	eurytope und strömungsindifferente Art, in stehenden und fließenden Gewässern ubiquitär, Reproduktionstyp: phyto-lithophil
<b>Flussneunauge</b> <i>Lampetra fluviatilis</i>	1,2 1,75 - 2,12 0,15 - 0,2	Laichaufstieg ins Süßwasser, in flache, sandig bis kiesige Gewässerstrecken mittlerer Fließgeschwindigkeit, benötigt kiesige Laichsubstrate, Aufwuchshabitate der Larven (Querder) sind feinsandige bis schlammige Sedimente mit geringem Anteil fäulnisfähiger Stoffe, Reproduktionstyp: lithophil; nach der Metamorphose Abwanderung in Küstengewässer
<b>Gründling</b> <i>Gobio gobio</i>	0,55 - -	bodenorientierter Fisch, meist in fließenden Gewässern mit mineralischem Sohlssubstrat, aber auch in Niedermorgewässern, durch geringe Ansprüche auch in belasteten und morphologisch degradierten Fließabschnitten, Reproduktionstyp: psammophil, Kurzstreckenwanderer
<b>Hecht</b> <i>Esox lucius</i>	0,19 - 0,47 - -	eurytope und strömungsindifferente Art, in pflanzenreichen stehenden und fließenden Gewässern, Reproduktionstyp: phytophil, kurze Laichwanderungen z.T. in nur flach überstauten Bereichen („Wiesenlaicher“)

Artname	kr Sg / Sp / Ah	Habitatansprüche/Leistungsmerkmale
<b>Karausche</b> <i>Carassius carassius</i>	0,26 - 0,48 - -	ausgesprochen tolerant gegenüber Sauerstoffmangel sowie Austrocknen und Ausfrieren der Wohngewässer, bevorzugt sommerwarme, flache, stark verkrautete stehende Gewässer und schlammiges Sediment, Reproduktionstyp: phytophil, gilt als leistungsschwächere Art
<b>Karpfen</b> <i>Cyprinus carpio</i>	- 2,36 -	eurytoper Grundfisch stehender bis langsam fließender Gewässer, bevorzugt stark verkrautete, sommerwarme Bereiche mit lockeren Sedimenten, tritt heute vielfach in einer seiner Zuchtformen auf; Reproduktionstyp: phytophil; als großwüchsiger, hochrückiger Bodenfisch aber auf ausreichende Überströmhöhen angewiesen
<b>Moderlieschen</b> <i>Leucaspis delineatus</i>	0,36 - 0,54 - -	bevorzugt sommerwarme, stehende oder schwach fließende Gewässer mit üppiger Unterwasservegetation, Reproduktionstyp: phytophil
<b>Neunstachliger Stichling</b> <i>Pungitius pungitius</i>	- - -	eurytoper Art mit Verbreitungsschwerpunkt im Süßwasser, bevorzugt stehende, strömungsarme und verkrautete Gewässer, anspruchslos gegenüber der Wasserqualität, Reproduktionstyp: phytophil, gilt als leistungsschwächere Art
<b>Plötze</b> <i>Rutilus rutilus</i>	0,36 - 1,1 1,71 -	eurytoper und ubiquitäre Art, präferiert sommerwarme, pflanzenreiche stehende bis schwach fließende Gewässer, aber auch in vielen anderen Typen nachweisbar, in Flüssen v.a. in ufernahen strömungsberuhigten Bereichen, relativ unempfindlich gegenüber Belastungen; Reproduktionstyp: phyto-lithophil
<b>Schleie</b> <i>Tinca tinca</i>	0,19 - 0,62 1,38 -	standorttreuer Bodenfisch, bevorzugt in stehenden und schwach fließenden Gewässern mit lockeren Sedimenten und dichtem Pflanzenwuchs, bei hohen Wassertemperaturen Sommerruhe, Überwinterung im Bodenschlamm des Gewässers, tolerant gegenüber Gewässerverschmutzung; Reproduktionstyp: phytophil
<b>Schmerle</b> <i>Barbatula barbatula</i>	0,24 - 0,61 - 0,1	bodenbewohnende Art der Forellen- und Äschenregion flacher, schnell fließender, sommerkühler Gewässer, feste kiesige bis steinige Sedimente, Reproduktionstyp: psammophil

Sohlabstürze sollten, vor allem im Hinblick auf die bodenorientierten Grundfische, Kleinfischarten (z. B. Bach- bzw. Flussneunauge) und das Makrozoobenthos vermieden werden. So darf der Höhenunterschied zwischen der Sohle und der Niedrigwasserschwelle der Riegel der FAA maximal wenige Zentimeter betragen.

Die Gewässersohle eines technischen Bauwerks besteht im optimalen Fall aus naturnahem, grobkörnigem Substrat mit einer Mächtigkeit von mind. 0,2 m. Ein locker geschichtetes, mosaikartig ausgeprägtes Interstitial bietet sowohl Grundfischen als auch Klein- und Jungfischen Schutz- und Ruhezone.

Bei der Dimensionierung technischer Bauwerke, wie z. B. einer FAA, müssen die Fischmaße und Fischproportionen des gesamten Artenspektrums berücksichtigt werden. Als sogenannter Bemessungsfisch für FAA gilt dabei der Fisch, welcher die größten Körpermaße (Breite, Länge und Höhe) besitzt. Entsprechend seinen Körpermaßen ergibt sich die Gestaltung und damit die Planung der Wasserstände in der FAA. Die Berechnung des Raugeinnes mit aufgelöster Beckenstruktur erfolgt generell nach der DWA-M 509 (2014). Be-

zätzlich der Bemessung einer FAA hat sich in der Vergangenheit jedoch gezeigt, dass die Handlungsempfehlungen der DWA-M 509, die für größere und gefällereiche Gewässer ausgelegt ist, nicht 1:1 auf die norddeutschen Tieflandbäche übertragen werden können, da diese meist durch außergewöhnlich geringe Durchflüsse und Gefälle charakterisiert sind. Daher wird für die Anlagenbemessung die Kurzanleitung für die „Bemessung und Funktionskontrolle von FAA in Mecklenburg-Vorpommern“ (LUNG 2015) herangezogen, welche spezifisch für die Bemessung von FAA kleiner Fließgewässer (für  $MNQ < 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  $MNQ$  der Wandse beträgt  $0,031 \text{ m}^3/\text{s}$ ) angewendet werden kann. Hintergrund ist, dass Untersuchungen ergeben haben, dass in Gewässern mit kleineren Durchflüssen die Fischproportionen einer Art in Anpassung an den Lebensraum generell auch kleiner bleiben. Dementsprechend können in Gewässern mit geringeren Durchflüssen auch kleinere Geometrien zur Dimensionierung einer FAA herangezogen werden. Für Hamburg gibt es keine Anleitung für die Bemessung und Funktionskontrolle von FAA, weshalb aufgrund der ähnlichen Gewässereigenschaften in Mecklenburg-Vorpommern und dem Projektgebiet die Kurzanleitung für die Bemessung verwendet wird.

Entsprechend der Handlungsempfehlung ergeben sich die in Tabelle 2.5 aufgeführten geometrischen Grenzwerte. Für die Wandse sind die Bemessungsfische laut fischbestandskundlicher Untersuchung (LIMNOBIOS 2012, BIOTA 2019) und den Angaben in Tabelle 2.5 der Hecht und die Schleie.

Tabelle 3-2: Geometrische Grenzwerte für die Dimensionierung einer FAA für das vorkommende Fischartenspektrum nach LUNG M-V 2015, Tabelle 2

Art	Mindestlängenabstand von Einbauten (m)	Mindestwassertiefe Becken (m)	Mindestwassertiefe Schlitz (m)	Mindestschlitzbreite (m)
Bachforelle	1,35	0,23	0,18	0,14
Flussbarsch	0,90	0,23	0,18	0,15
<b>Hecht</b>	<b>1,80</b>	<b>0,23</b>	<b>0,18</b>	<b>0,18</b>
Plötze	0,90	0,23	0,18	0,12
<b>Schleie</b>	<b>1,17</b>	<b>0,30</b>	<b>0,24</b>	<b>0,20</b>

Für Sohlgleiten bzw. Raugerinne ergeben sich andere Dimensionierungsparameter (Kapitel 3.6.3 & 3.6.4).

Eine teilweise Beschattung des Wasserkörpers ist anzustreben, um der aufsteigenden Fischfauna im Bereich der technischen Bauwerke Schutz vor Fraßfeinden aus der Luft zu bieten. Außerdem wirkt eine Bepflanzung der Uferbereiche mit Gehölzen mittelfristig als Böschungssicherung sowie als Aufwertung des Landschaftsbildes.

### 3.2.1.2 Makrozoobenthos

Um den verschiedenen Ansprüchen aktueller und potentieller Arten in Bezug auf Substrate und Strömungsgeschwindigkeiten gerecht zu werden, muss bei der technischen Lösung eine Vielzahl von Bedingungen beachtet werden.

Wichtige Parameter für die Gestaltung der technischen Lösung sind die Mikrohabitat- / Substratpräferenzen. Als optimales Interstitial dient eine Gewässersohle mit locker ge-

schichteten, mosaikartig ausgeprägten Anteilen von Steinen, Kies, Sand oder Feinsedimenten. So können sich neue Besiedlungsräume für Wirbellose sowie sub- und emerse Makrophyten entwickeln. Um ein Abdriften der im Interstitial aufwandernden Wirbellosen zu verhindern muss das schützende Bodenlückensystem offenbleiben und darf nicht durch Betonversiegelungen oder zu starke Verschlammung verfüllt werden.

### 3.2.1.3 Fischotter

Wie dem Kartierbericht (Abschnitt 12) entnommen werden kann, konnten an den Ufern der Wandse im Untersuchungsgebiet keine Nachweise für Fischottervorkommen erbracht werden. Jedoch liegen Nachweise aus anderen Quellen für das Vorkommen des Fischotters aus dem Jahr 2015 vor. Von einer sporadischen Nutzung des Gewässerabschnittes als Nahrungshabitat oder Wanderkorridor muss ausgegangen werden. Dies ist insbesondere bei der Gestaltung des Brückenquerschnittes zu beachten (Kapitel 3.6.7).

### 3.2.2 Gewässertypbezogenes Leitbild

Der Wasserkörper al\_12 der Wandse wird im Projektgebiet dem Fließgewässertyp 16 (kiesgeprägter Bach) zugeordnet. Er kann nach POTTGIESSER UND SOMMERHÄUSER (2008) folgendermaßen charakterisiert werden:

LAWA-Typ 16: Kiesgeprägter Tieflandbach (Abbildung 3.17)

Verbreitung: Grund- und Endmoränen der Alt- und Jungmoränenlandschaft sowie Flussterrassen (ältere Terrassen)

Erscheinungsbild:

Je nach Talbodengefälle schwach gekrümmt bis mäandrierend verlaufende, gefällereiche und schnell fließende Bäche in Kerb-, Mulden- und Sohlentälern. Flach überströmte Abschnitte (Schnellen) wechseln mit kurzen tiefen Abschnitten (Stillen). Eine Sohlerosion findet auf Grund des lagestabilen Materials nicht statt, dafür kann jedoch eine deutliche Lateralerosion, die sich in teils tiefen Uferunterspülungen abbildet, stattfinden. Prall- und Gleithänge sind undeutlich. Neben der optisch dominierenden Kiesfraktion unterschiedlich hohe Sand- und Lehmenteile; besonders im Jungmoränenland zusätzlich aus dem Böschungshang ausgewaschene Findlinge. Der dynamischste Gewässertyp des Tieflandes.

Talbodengefälle: 3 – 25 (50) ‰

Strömungsbild: längere, flach überströmte Schnellen im regelmäßigen Wechsel mit kurzen Stillen

Sohlsubstrate: dominierend Kies und Steine mit Sandanteilen, in Abhängigkeit von den regionalen Bedingungen kann Lehm vorkommen, im Jungglazial häufig ausgewaschene Findlinge

Abfluss/ Hydrologie: Geringe bis hohe Abflussschwankungen im Jahresverlauf; kleine Bäche teils mit temporärer Wasserführung (sommertrocken)

(POTTGIESSER und SOMMERHÄUSER 2008)

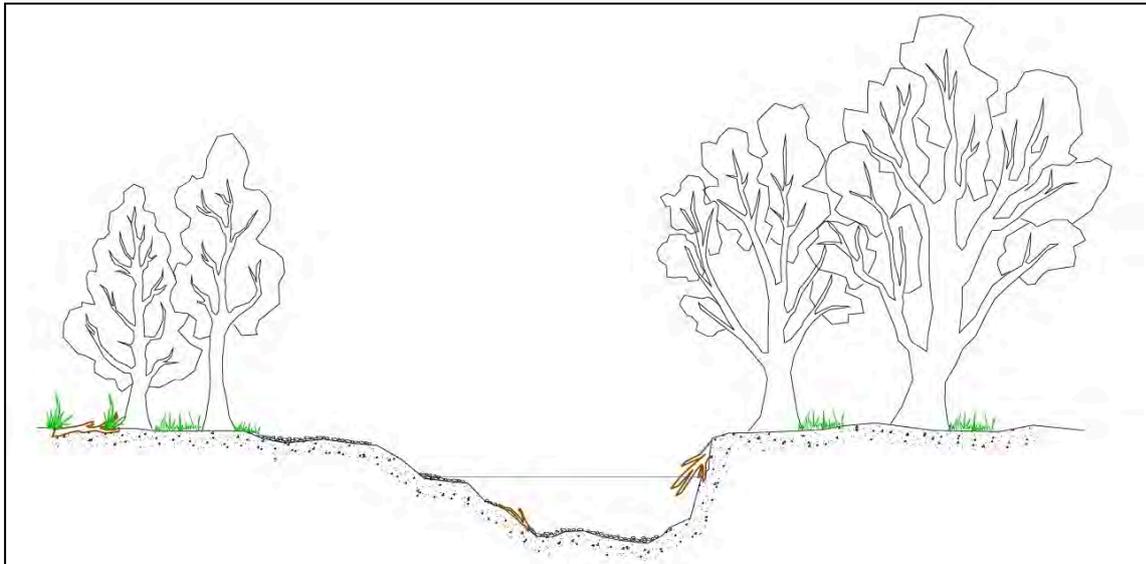


Abbildung 3-17: Schematischer Querschnitt durch den Fließgewässertyp 16 – kiesgeprägter Tief-landbach – im sehr guten ökologischen Zustand (Umweltbundesamt 2014, bearbeitet)

### 3.2.3 Hydraulische Vorgaben

Für die Vorbemessungen der Variantenplanungen wurden Abflüsse für den Standort der Brücke Wandserredder durch Interpolation mehrerer Pegel ermittelt. Für das Plangebiet ergeben sich folgende Bemessungsabflüsse (Tabelle 3-3; Abschnitt 12):

Tabelle 3-3: Mittels Interpolation ermittelte Durchflusswerte oberhalb der Brücke Wandserredder (Quelle: LSBG)

Durchflussereignis	MNQ	Q30	MQ	Q330	HQ1	HQ25	HQ50	HQ100	HQ200
Durchfluss in m <sup>3</sup> /s	0,031	0,051	0,194	0,399	2,18	5,849	6,534	7,199	7,855

Die Gewässerniederung der Wandse ist im Projektgebiet als Überschwemmungsgebiet ausgewiesen (HmbGVBI 1986).

### 3.3 Vorgabe aus Planungsrecht sowie sonstige Randbedingungen

#### 3.3.1 Auszug aus dem Bewirtschaftungsplan nach EU-Wasserrahmenrichtlinie

Der Bewirtschaftungsplan und das Maßnahmenprogramm für die Wandse sind für alle Planungen und Maßnahmen der öffentlichen Planungsträger verbindlich. Auszugsweise sind in Tabelle 3-4 und Tabelle 3-5 die für das Plangebiet vorgesehenen Maßnahmen sowie das ökologische Potenzial und der chemische Zustand zusammengestellt. Es besteht Maßnahmenbedarf.

Tabelle 3-4: Einstufung der Wandse nach Bewirtschaftungsplan

	Ökologisches Potenzial	Chemischer Zustand
Einstufung aktuell	mäßig	nicht gut
Bewirtschaftungsziel bis 2021	gut	gut

Tabelle 3-5: Auszug aus dem Bewirtschaftungsplan bis 2021

Belastung	Ursache/Herkunft der Belastung	Auswirkung	Maßnahmen gemäß LAWA-Katalog
andere diffuse Quellen (p26) Abflussregulierung (p49) Wehre (p55) Infrastruktur (Straßen, Brücken) (p62) andere hydromorphologische Veränderungen (p71)	Urbanisierung, Siedlungsentwicklung, Urbane Nutzung / Infrastruktur, Wasserregulierung (e22) Wasser- / Abflussregulierung, Hochwasserschutz (e23)	Nährstoffanreicherung (#1) Verschmutzung durch prioritäre Stoffe oder andere spezifische Schadstoffe (#3) Veränderte Lebensräume als Folge der hydromorphologischen Veränderung (#8)	Maßnahmen zur Herstellung der linearen Durchgängigkeit an sonstigen wasserbaulichen Anlagen (#69) → Bau eines Umgehungsgerinnes Maßnahmen zum Initiieren / Zulassen einer eisdynamischen Gewässerentwicklung inkl. begleitender Maßnahmen (#70) → Aufwertung von Sohl- und Uferstrukturen Maßnahmen zur Anpassung / Optimierung der Gewässerunterhaltung (#79) → Aufstellung und Umsetzung eines Pflege- und Entwicklungsplans Konzeptionelle Maßnahme: Erstellung von Konzeptionen / Studien / Gutachten (#501) → Konzept Regenwassereinleitungen Konzeptionelle Maßnahme: Informations- und Fortbildungsmaßnahmen (#503) → Schulungen zur Gewässerunterhaltung

### 3.3.2 Entwässerungseinrichtungen im Projektgebiet

Im Projektgebiet sind drei in die Wandse einmündende Rohrleitungen bekannt:

- Station 10+346: DN 300 (Brücken-/ Gebäudeentwässerung)
- Station 10+379: DN 150 (Quelle)
- Station 10+397: DN 100

Bis auf die erste der drei genannten Rohrleitungen sind alle Rohrleitungen nach den erfolgten Baumaßnahmen wieder fachgerecht an das Gewässer anzuschließen, damit ihre Entwässerung nach wie vor gewährleistet werden kann. Das erfordert je nach der umzusetzenden Variante eine Verlängerung oder eine Verkürzung der Rohrleitung. Auch während der Baumaßnahmen ist die Vorflut durch geeignete Maßnahmen zu sichern.

Bei der DN 300-Rohrleitung handelt es sich, in Absprache mit dem LSBG/ K2, vermutlich um eine Entwässerungsleitung des ehemaligen Mühlenfundamentes der 2-Felder-Brücke oder eine Gebäudeentwässerung. Da sowohl die alte Brücke als auch die Gebäude der alten Lackfabrik in Zukunft abgerissen werden sollen, wird die Rohrleitung keine Funktion mehr erfüllen. Sie muss daher bei der Planung keine weitere Berücksichtigung finden.

### 3.3.3 Leitungsbestand

Der geplante Baubereich wird von mehreren Versorgungsleitungen durchkreuzt, die z.T. als Freileitungen über Holzmasten parallel zur Brücke verlaufen:

- Kommunikationsleitungen der Deutschen Telekom
- Stromleitungen (Niederspannung, Leitungen für öffentliche Beleuchtung)
- Trinkwasserleitung

Die vorhandenen Leitungen können voraussichtlich nicht außerbetrieb genommen werden und müssen im Rahmen der Maßnahme umgelegt werden.

Die erforderlichen Abstimmungen mit den Leitungsträgern sind rechtzeitig vor der Bauumsetzung durchzuführen.

### 3.3.4 Denkmalschutz

Im Projektgebiet sowie in seiner näheren Umgebung befinden sich keine geschützten Boden- oder Kulturdenkmale. Diesbezüglich gibt es keine Restriktionen.

### 3.3.5 Wasserschutzgebiete und Wasserrechte

Im Projektgebiet liegen keine Wasserschutzgebiete vor. Jedoch befindet sich nordöstlich der Brücke Wandseredder ein hochgradig wertvoller, sumpfiger Quellbereich mit Vorkommen seltener Arten (Kapitel 3.3.8). Dieses geschützte Biotop ist in der Bauzeit vor jeglichen Beeinträchtigungen zu bewahren. Diesbezüglich sind geeignete Maßnahmen zu ergreifen.

Für das Plangebiet liegen drei wasserrechtliche Genehmigungen zur Einleitung vor (Quelle: Geoportal Hamburg).

- Genehmigung vom 01. Dezember 1966 zur Einleitung des Wassers durch ein Regenwassersiel der Hamburger Stadtentwässerung unter 45° zur Fließrichtung zur Wandse. Die Erlaubnis ist seit dem 03.01.1967 unanfechtbar gewor-

den (Altrahlstedter Kamp 2; Flst. 322, Gemarkung Alt-Rahlstedt).

- Genehmigung vom 02.07.1969 zur Einleitung von Regenwasser aus einem Regenwassersiel der Hamburger Stadtentwässerung an der Straße Tonndorfer Weg 30 in die Wandse. Die Erlaubnis ist seit dem 19.08.1969 unanfechtbar geworden (Flst. 219, 4429; Gemarkung Alt-Rahlstedt).
- Genehmigung vom 29.05.1985 für drei Einleitstellen (1. Niederschlags-, Sicker- und Quellwasser, 2. Und 3. Kühlwasser) in die Wandse. Die Genehmigung ist auf die stillgelegte Firma „Norddeutsche Lackfabrik ‚Arostal‘ Hamburg“ ausgestellt worden. Bei einem Eigentümerwechsel des Flurstücks ist der Umgang mit der wasserrechtlichen Genehmigung durch den AG zu klären. Die Erlaubnis ist seit dem 07.08.1985 unanfechtbar geworden (Altrahlstedter Kamp 1; Flst. 319; Gemarkung Alt-Rahlstedt).

### 3.3.6 Grundwassermessstellen

Im Plangebiet befindet sich am Rand des Plangebietes eine Grundwassermessstelle (5108, Geoportal Hamburg 2019). Diese ist vor Beeinträchtigungen durch Baumaßnahmen vor Lageveränderungen zu sichern.

### 3.3.7 Flurstückskulisse/ Eigentumsverhältnisse

Im Plangebiet befinden sich die in der Abbildung 3.18 dargestellten Flurstücke. Die dadurch betroffenen Flurstücks-Eigentümer können der Tabelle 3-6 entnommen werden. Die für die Baumaßnahmen erforderlichen Flächen werden derzeit gesichert. Das Flurstück 322 befindet sich im Ankauf (Abbildung 3.19).

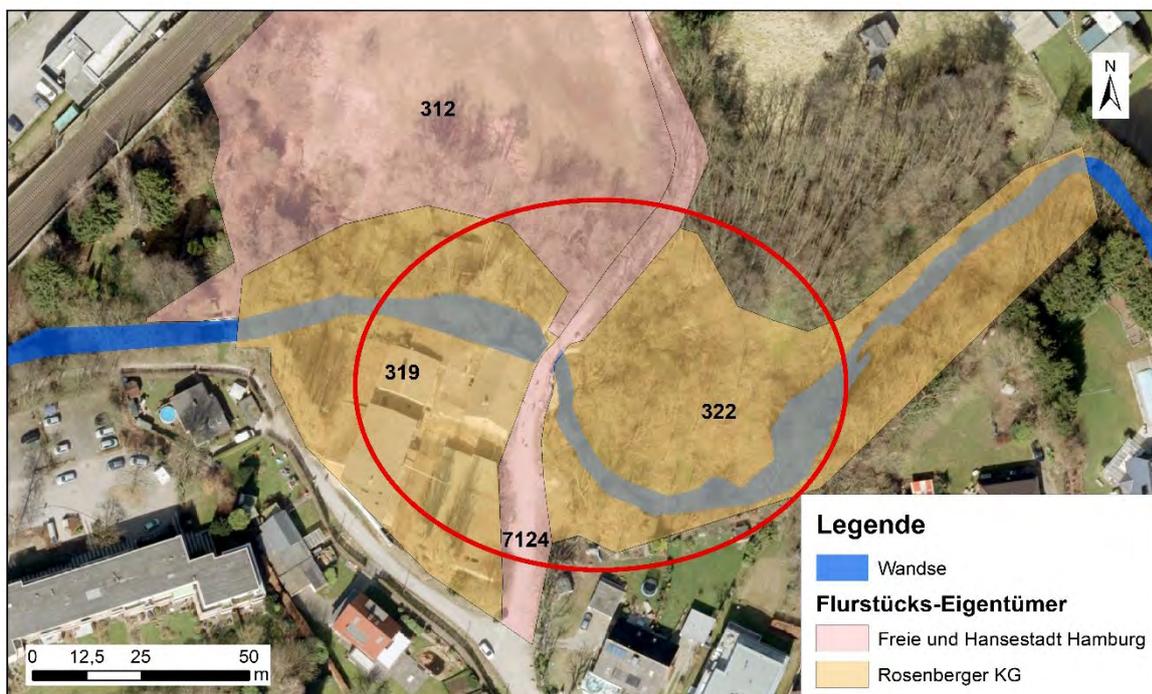


Abbildung 3-18: Vom Plangebiet (roter Umkreis) betroffene Flurstücke und Eigentümer

Tabelle 3-6: Von der Planung betroffene Flurstücke

Flurstück	Eigentümer - Verwaltungsvermögen	Flächengröße
312	Freie und Hansestadt Hamburg	7.786 m <sup>2</sup>
319	Rosenberger KG	4.250 m <sup>2</sup>
322	Rosenberger KG	5.203 m <sup>2</sup>
7124	Freie und Hansestadt Hamburg	2.343 m <sup>2</sup>

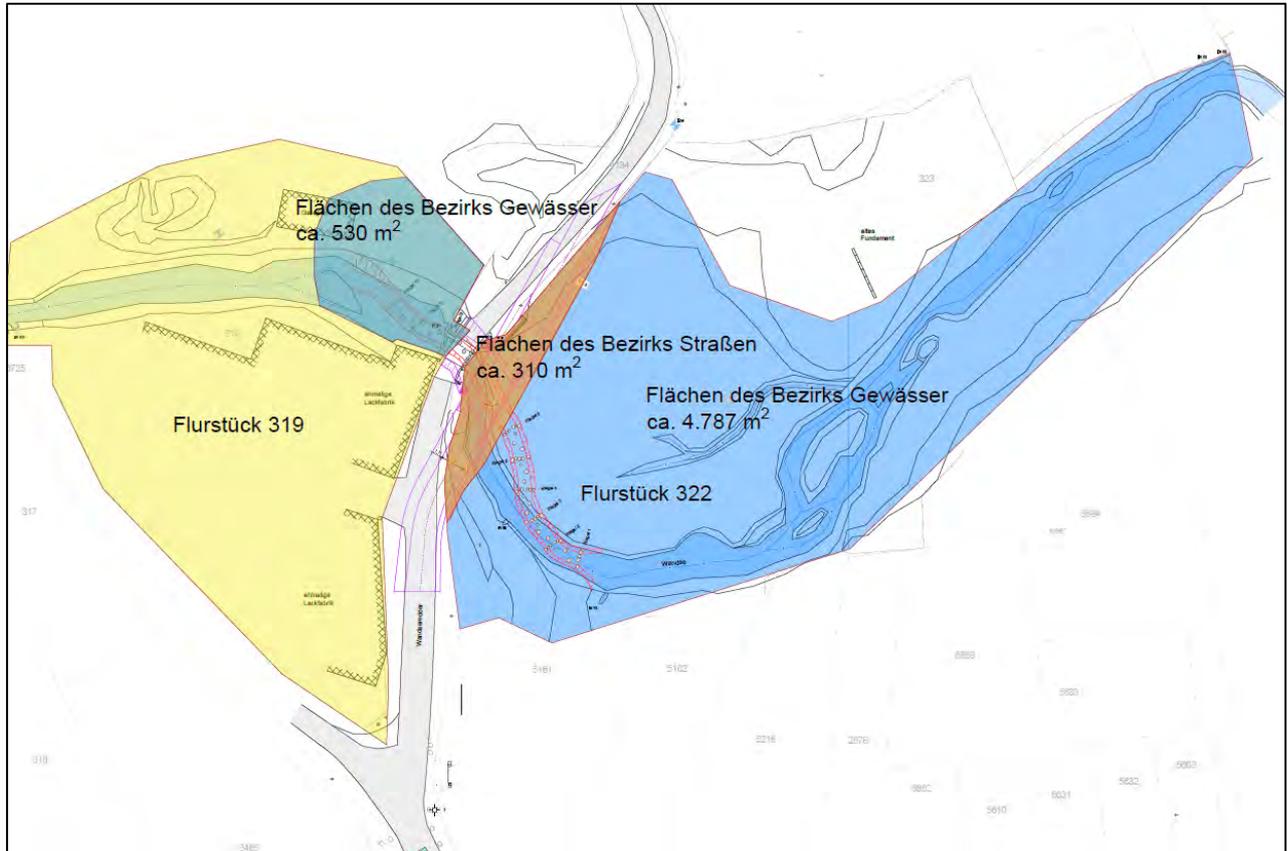


Abbildung 3-19: Die für die Baumaßnahmen benötigten Flächen.

### 3.3.8 Naturschutzrechtliche Anforderungen

Die Wandse selbst stellt im Plangebiet ein gesetzlich geschütztes Gewässerbiotop nach § 30 Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) in Form eines naturnahen Fließgewässers (Biotop-Nr. 216) dar (Abbildung 3.20). Als besonders erwähnenswert werden durch den Biotop-Erhebungsbogen der zum Teil stark geschwungene Verlauf, die Begleitung durch Auwaldbestände, viele Laufstrukturen, vorhandene Sturzbäume, Verklausungen, Kolke, die geringe Vertiefung in das umliegende Gelände sowie die gut ausgeprägten Prall- und Gleithänge aufgelistet.

Das gesamte Plangebiet (abgesehen von den vorhandenen Siedlungsstrukturen, wie der Straße, der Brücke und der Gebäude) ist ein nach § 30 BNatSchG ausgewiesenes Biotop eines Bruch-, Sumpf- und Auwaldes. Das Biotop (Biotop-Nr. 209) gilt nach dem vorliegenden Erhebungsbogen als hochgradig wertvoller Wald. Hervorzuheben ist hierbei insbesondere das relativ große Vorkommen an Totholz im Bestand.

Des Weiteren befindet sich im Projektgebiet ein hochgradig wertvoller, sumpfiger Quellbereich mit Vorkommen seltener Arten. Der sumpfige Quellbereich ist ebenfalls als gesetzlich geschütztes Biotop nach § 30 BNatSchG (Biotop-Nr. 126) ausgewiesen.

Gesetzlich geschützte Biotope sind aufgrund ihrer Seltenheit oder ihres typischen Landschaftsbildes zu schützen bzw. vor Beeinträchtigungen zu bewahren. Erforderliche Eingriffe in gesetzlich geschützte Biotope müssen genehmigt und ausgeglichen werden.



Abbildung 3-20: Biotope im Plangebiet

Aus dem öffentlich zugänglichen Geoportal Hamburg konnte eruiert werden, dass das Plangebiet vollständig im Landschaftsschutzgebiet Bergedorf/Lohbrügge (HH-2049, Verordnung vom 08.03.2005) liegt. Landschaftsschutzgebiete beherbergen charakteristische Landschaften, welche für den Naturhaushalt und die Erholung wichtige Funktionen übernehmen. Maßnahmen in Landschaftsschutzgebieten dürfen die Charakteristik dieser ausgewiesenen Gebiete nicht negativ beeinflussen.

Zudem ist das Plangebiet Teil des „Grünes Netz Hamburg/ Freiraumverbund“, einem Landschaftsprogramm aus grünen Landschaftsachsen (Parkanlagen, Kleingartenanlagen, Friedhöfe etc.), welche für Fußgänger und Fahrradfahrer die Stadt mit der freien Landschaft am Stadtrand ungestört vom Straßenverkehr verbinden sollen.

Entsprechend den zur Verfügung stehenden Daten ist ersichtlich, dass das Plangebiet keine weiteren Überschneidungen mit Schutzgebieten (Fauna-Flora-Habitate (FFH), Spe-

cial-Protection-Areas (SPA, Vogelschutzgebiete), Naturschutz- und Wasserschutzgebieten etc. aufweist.

### **3.4 Rahmenbedingungen für die Durchführung der Baumaßnahme**

Für die geplante Baumaßnahme sind folgende Rahmenbedingungen zu beachten:

- enge Abstimmungen zwischen den Planern des Brückenneubaus sowie der Fischaufstiegsanlage, vor allem hinsichtlich Gestaltung der Gewässersohle unterhalb der Brücke, der lichten Weite der Brücke sowie des Bauablaufes
- Bauzeitenregelung sowie ein begrenztes Baufeld in Hinblick auf naturschutzrechtliche Vorgaben (Bauen außerhalb von Brut- und Laichzeiten, Schutz des sumpfigen Quellbereiches)
- Begrenzung der Lärmimmission auf bestimmte Tageszeiten im Hinblick auf die angrenzende Wohnbebauung
- vorhandene Bodenbelastung im Bereich der alten Lackfabrik
- Verdacht auf Bombenblindgänger im Projektgebiet
- Ausschluss von Gewässerverunreinigungen (Öle, Fette, Farben etc.) während der Baumsetzung

### **3.5 Baugrund, Grundwasserverhältnisse, Kampfmittelfreiheit**

#### **3.5.1 Kampfmittelbelastung**

In Verbindung mit den Bodenuntersuchungen auf dem Flurstück 322 oberhalb der Brücke Wandseredder der Geo- und Umwelttechnik Ingenieur-Gesellschaft mbH (BBI 2018) wurde eine Kampfmittelbelastungsauskunft eingeholt (Abschnitt 12). Daraus geht hervor, dass auf den Flächen des gesamten Plangebiets der Verdacht auf Bombenblindgänger besteht, welcher auf einem registrierten Verdachtspunkt beruht. Zudem ist in der südwestlichen Ecke des Untersuchungsgebietes ein Bombentrichter ausgewiesen. Hier besteht ebenfalls ein allgemeiner Verdacht auf Bombenblindgänger. Aufgrund dieses Sachverhaltes ist die Begleitung der Bauarbeiten durch eine Fachfirma zur Kampfmittelüberprüfung zur Unfallverhütung dringend erforderlich.

Im unmittelbaren Bereich des Baufeldes (Baugruben, Baustraßen, Lagerflächen) soll eine Tiefensondierung (Freimessung) durchgeführt werden (Raster: 1,5 \* 1,5 m). Damit wird auch der Bombentrichter im Bereich der Baustraße erfasst.

#### **3.5.2 Bodenuntersuchungen und Baugrunderkundung**

Im Oktober/ November 2017 wurden von der Geo- und Umwelttechnik Ingenieur-Gesellschaft mbH im Bereich der Straße Wandseredder sowie auf dem Flurstück 322 der Wandseniederung engmaschige Bohrprofile aufgenommen und der Boden auf Schadstoffe hin umfassend im Labor untersucht (Abschnitt 12). Die planungsrelevanten Untersuchungsergebnisse werden im Folgenden kurz zusammengefasst. Die für die vorliegende Planung relevanten Erkundungsstellen und Bohrprofile wurden digitalisiert und in die Pläne übernommen.

Entsprechend dem Untersuchungsbericht sind die Untergrundverhältnisse relativ homogen aufgebaut. Im Straßenbereich (BS 3 bis 6c, 27b und 28c) ist der Untergrund in der

ersten Schicht durch 1,4 bis 3,8 m mächtige sandige Auffüllungen, welche mit geringen Anteilen umgelagerte bindige Böden (Geschiebemergel) enthalten, geprägt. Unterlagert werden die Auffüllungen je nach Standort von Geschiebelehm, Sanden und Mudde mit geringer bis großer Mächtigkeit. Ab einer Erkundungstiefe von 2,6 bis 4,3 m weisen jedoch alle Bohrprofile Geschiebemergelböden auf.

Im Niederungsbereich des Gewässers (BS 1, 2, 7 bis 19) enthalten fast alle Bohrprofile eine an der Geländeoberkante anstehende weiche, mudde-ähnliche Schicht bis in eine Erkundungstiefe von 0,5 bis 2,4 m. Ausnahmen bilden hierbei die Profile 1 und 18, bei denen die Muddeschicht mit sandigen Auffüllungen bzw. sandigem Schluff überlagert ist, sowie das Profil 9, das bis zum Geschiebemergel in 4,5 m Tiefe ausschließlich aus Auffüllungen besteht. Auch das Profil 17 weicht in Bezug auf die Bodenschichtung von den anderen Profilen in der Gewässerniederung ab, da es bis in eine Tiefe von 1,5 m nur Sande sowie durch Sand geprägten Mutterboden aufweist. Je nach Bohrprofil wird die Mudde-schicht von unterschiedlich mächtigen Schluffen, Sanden, Geschiebelehm oder Torfen unterlagert. Fast alle Bohrprofile schließen ab einer Tiefe von 0,9 bis 2,8 m mit Geschiebemergel ab.

Grund für die organisch geprägten Muddeschichten ist laut des o. g. Berichtes die ehemalige Nutzung der Gewässerniederung der Wandse oberhalb der Brücke Wandseredder als eingestauten Mühlenteich, mit Hilfe dessen die Mühle der Lackfabrik betrieben wurde. Heute weist nur noch der Baugrund auf den damals vorhandenen Teich hin.

Die oberflächennah organogenen bzw. reich mit organischen Anteilen durchsetzten Böden eignen sich nicht als Baugrund. Sie besitzen aufgrund des hohen Wassergehaltes eine für die Anforderung an einen Baugrund zu weiche bis breiige Bodenbeschaffenheit. Diese Bodenschichten müssen zur Schaffung einer ordentlichen, fachgerechten Gründung daher vollständig durch nicht bindigen, verdichtungsfähigen und tragfähigen Boden ausgetauscht werden.

Die oberflächennah anstehenden Bodenschichten sowie die vorliegenden Auffüllungen sind zum Großteil mit Ziegel- und Bauschuttresten sowie anderen mineralischen Fremdbeimengen (z. B. Kohlestücke, Keramik- und Glasbruch, Mörtelreste) durchsetzt.

Im Bereich der Wandseniederung liegen keine nennenswerten Schadstoffbelastungen vor. Aufgrund des erhöhten TOC-Gehaltes wird der Boden hier jedoch nach LAGA orientierend dem Wert > Z2 zugeordnet. Zum Zwecke der Entsorgung bzw. Deponierung muss der Aushubboden vor dem Abtransport nach Parametern der Deponieverordnung (DepV) mit ggf. Sonderparametern abschließend untersucht werden.

Im Unterschied zur Wandseniederung ist der Boden im Bereich der Straße und ihrer Böschungen in den oberen Schichten unterschiedlich stark mit Schadstoffen (PAK, PCB, Blei und Zink) belastet. Die ermittelten Werte überschreiten die Prüfwerte nach BBSchV deutlich. Als Ursache für die Schadstoffbelastung gilt die ehemalige und mittlerweile stillgelegte Lackfabrik, welche unmittelbar südwestlich der Brücke Wandseredder anschließt. Aufgrund der Schadstoffgehalte sowie der auch hier erhöhten TOC-Gehalte ist der Aushubboden nach einer ersten Abschätzung nach LAGA dem Wert > Z2 zuzuordnen. Wie bereits beschrieben ist der Aushubboden vor der endgültigen Deponierung noch einmal eingehend nach Parametern der DepV mit ggf. Sonderparametern zu untersuchen.

Die Schadstoffbelastungen sind nur in den oberen Bodenschichten nachgewiesen worden. In den gewachsenen Böden (Sand, humoser Sand, Geschiebemergel) konnten keine Auffälligkeiten ermittelt werden.

### 3.5.3 Grundwasserverhältnisse

Zum Zeitpunkt der Bodenerkundung Ende Oktober/ Anfang November 2017 wurde relativ häufig Wasser flurnah bis teilweise direkt an der Geländeoberkante angetroffen. Als Begründung steht im Bericht, dass es sich hierbei „um aufgestautes Wasser oberhalb von gering wasserdurchlässigen Sedimenten bzw. angebohrte wasserführende Sandlagen in den entsprechenden Ablagerungen handelt“.

## 3.6 Maßnahmenkonzeption und Variantenuntersuchung

Aufgabenstellung der vorliegenden Vorplanung ist es, in Zusammenhang mit dem Neubau der Brücke Wandseredder, die ökologische Durchgängigkeit an der Brücke Wandseredder unter Beachtung aller vorhandenen Randbedingungen herzustellen, wofür mehrere Varianten zu betrachten sind.

Die Brücke erzeugt derzeit einen rund 1 m hohen Sohlabsturz, welcher durch die Sohlrampe im Bereich des Brückenbauwerkes erzeugt wird. Rein technische Maßnahmen (z. B. Schlitzpass, Beckenfischpass) sind nicht untersucht worden, da es sich bei dem Gewässerabschnitt um ein nach §30 BNatSchG geschütztes Biotop handelt. Dieser Schutzstatus soll möglichst erhalten bleiben. Eine rein technische Maßnahme leistet keinen Beitrag zur naturnahen Fließgewässergestaltung. Auch werden bei solchen Maßnahmen hinsichtlich der Anlagenparameter (Fließgeschwindigkeit, Ruhezone, etc.) nicht alle Fischarten (besonders nicht die schwimmschwachen Arten) ausreichend berücksichtigt. Für das Makrozoobenthos sind diese Anlagen wegen der fehlenden Uferstrukturen kaum attraktiv. Im Gegensatz dazu sind naturnahe Maßnahmen (Umgehungsgerinne) aufgrund der gegebenen Randbedingungen (Biotopschutz, fehlender Platz) nicht möglich. Daher wurden, lediglich technische Bauwerke in naturnaher Bauweise untersucht: Raugerinne mit und ohne Störsteine sowie naturnahe Raugerinnebeckenpässe.

Für alle vier Brückenvarianten sind jeweils drei Vorplanungsvarianten untersucht worden. Zudem wurden im Rahmen der Vorplanung noch zwei weitere Varianten aufgenommen und mitbetrachtet.

### 3.6.1 Grundlagen zu den betrachteten Varianten

Seitens LSBG/ K2 (Konstruktive Ingenieurbauwerke, Entwurf) wurden vier Brückenvarianten erarbeitet, die im Rahmen der Vorplanung untersucht wurden (Stand 24.06.2019):

**Variante 1.1:** Abstand zur Bestandsbrücke ca. 2 m, Brückenwiderlager parallel

- geringe Länge des Straßendamms
- Abstand Widerlager: 8,5 m
- Gewässer muss stärker verlegt werden
- aus Sicht des LSBG/ K2 ist die Brücke längsverschiebbar im Straßenverlauf

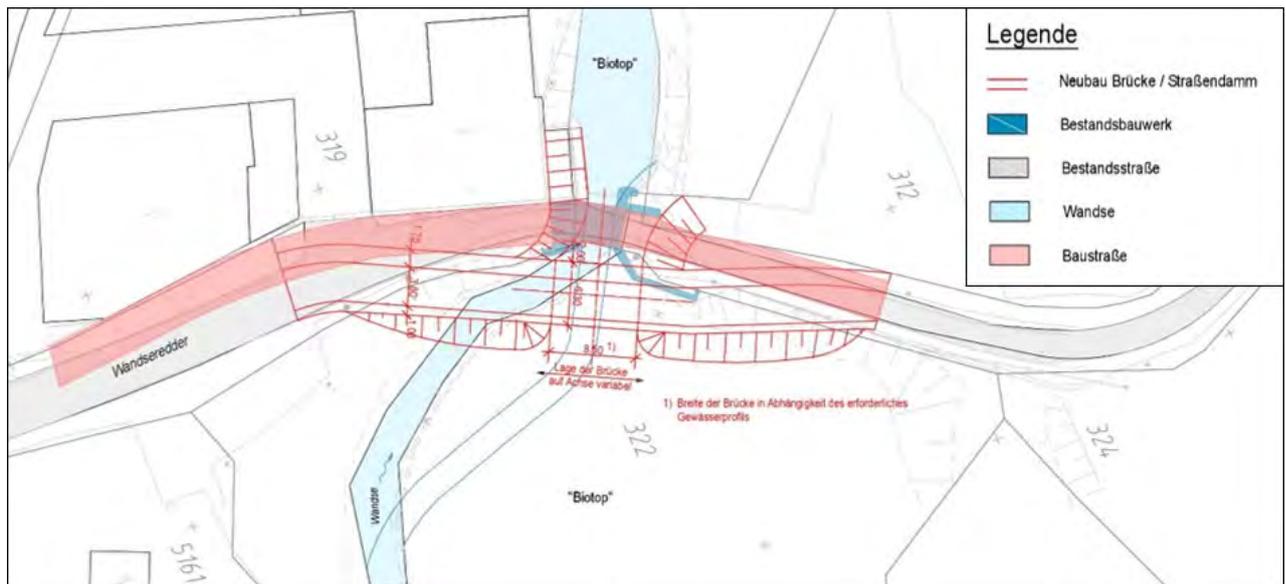


Abbildung 3-21: Brückenvariante 1.1 (LSBG/ K 2)

**Variante 1.2:** Abstand zur Bestandsbrücke ca. 2 m, Brückenwiderlager schiefwinklig

- geringe Länge des Straßendamms
- Abstand Widerlager vorerst 10 m
- Gewässer muss nur wenig verlegt werden
- aus Sicht des LSBG/ K 2 ist die Brücke längsverschiebbar im Straßenverlauf

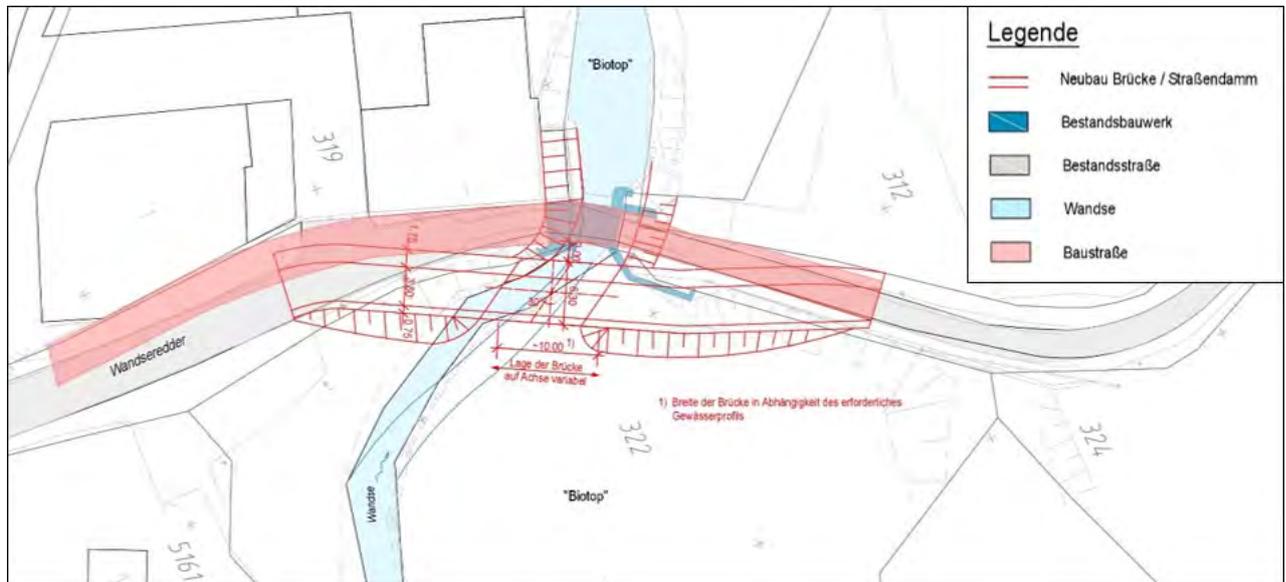


Abbildung 3-22: Brückenvariante 1.2 (LSBG/ K 2)

**Variante 2:** Abstand zur Bestandsbrücke ca. 12 m, Brückenwiderlager schiefwinklig

- sehr langer Straßendamm, daher starker Eingriff ins Biotop
- Abstand Widerlager: 10 m
- Gewässer muss nicht verlegt werden
- aus Sicht des LSBG/ K 2 ist die Brücke längsverschiebbar im Straßenverlauf

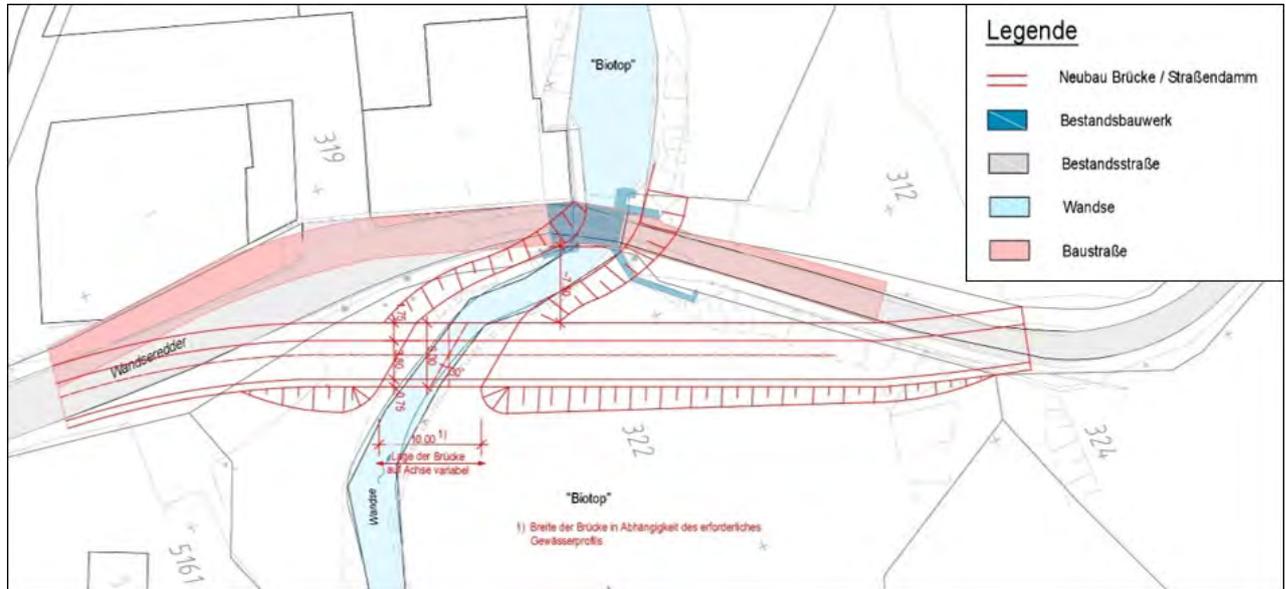


Abbildung 3-23: Brückenvariante 2 (LSBG/ K 2)

### **Variante 3:** Neubau in ursprünglicher Lage, Brückenwiderlager parallel

- kürzester Straßendamm
- temporäre Bau- bzw. Behelfsstraße ca. 4 m breit durch das Biotop (großer Eingriff mit schweren Baumaschinen)
- Abstand Widerlager vorerst 8,5 m
- Gewässerverlegung ähnlich wie bei 1.1 aber größer als bei 1.2.
- aus Sicht des LSBG/ K 2 ist die Brücke längsverschiebbar im Straßenverlauf



Für die Brückenplanung sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Für die Varianten 1.1, 1.2 und 2 kann die Bestandsbrücke als Baustraße genutzt werden.
- Für Variante 3 muss eine Bau- bzw. Behelfsstraße für den öffentlichen Verkehr durch das Biotop gelegt werden.
- Der Brückenquerschnitt wurde mit einer Gesamtbreite von 6,30 m festgelegt und gilt für alle Varianten.

Unter Berücksichtigung aller beschriebenen bzw. in den vorangegangenen Kapiteln erläuterten Randbedingungen, der geringstmöglichen Zerstörung der vorhandenen Biotope sowie der Schaffung der Durchgängigkeit für ein möglichst breites Artenspektrum wurden folgende Varianten untersucht:

- **Variante A: naturnaher Raugerinnebeckenpass**
- **Variante B: Raugerinne ohne Störsteine**
- **Variante C: Raugerinne mit Störsteinen**
- **Variante D: Gefälleabbau unterhalb der Brücke Wandseredder**
- **Variante 0: Brückenneubau ohne und mit Sohlanpassungen oberhalb der Brücke**

Alle Varianten werden in den folgenden Kapiteln ausführlich beschrieben und zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit vorbemessen. Im Kapitel 3.6.8 findet eine Variantendis-

kussion bzw. ein Variantenvergleich mit dem Ziel der Erarbeitung einer Vorzugsvariante statt.

### 3.6.2 Variante A: Naturnaher Raugerinnebeckenpass

Siehe auch Pläne 7.2, 7.5, 7.8 sowie 7.11

#### 3.6.2.1 Grundlagen und Bemessungsparameter

Mit Hilfe eines naturnahen Raugerinnebeckenpasses bzw. einer Fischaufstiegsanlage (FAA) können Sohlsprünge auf relativ kurzer Strecke so abgebaut werden, dass die ökologische Durchgängigkeit für ein möglichst breites Artenspektrum (starke und schwache Arten) hergestellt werden kann. Dabei sollte die Form eines naturnahen Raugerinnes mit aufgelöster Beckenstruktur und Störsteinen (DWA-M 509, 2014) angestrebt werden (Abbildung 3.25 & Abbildung 3.26). Diese Variante ist der „Bauweise“ natürlicher gefällereicher Fließgewässer nachempfunden und gewährleistet neben der ästhetischen Einbindung in die Umgebung eine hohe Strömungsdiversität. Hierbei wird die Wasserspiegeldifferenz zwischen Ober- und Unterwasser mittels aufgelöster Steinriegel mit vielen bodennahen Lücken überwunden. Letztere sind vor allem für kleinere und leistungsschwächere Arten sowie für das Makrozoobenthos von besonderer Bedeutung. Durch die spezifische Anordnung der Steinriegel, welche einen Aufstau erzeugen, entstehen außerhalb der Hauptstromlinie, in welcher die stärksten Strömungen herrschen, ausgedehnte Ruhezonen in den Becken. In den Ruhezonen bilden sich niedrigere Strömungen und Turbulenzen aus. Diese Ruhezonen sind wichtig, damit sich die Fauna von der hohen Kraftanstrengung des Aufstiegs im starken Strömungsbereich der Riegel ausruhen kann.

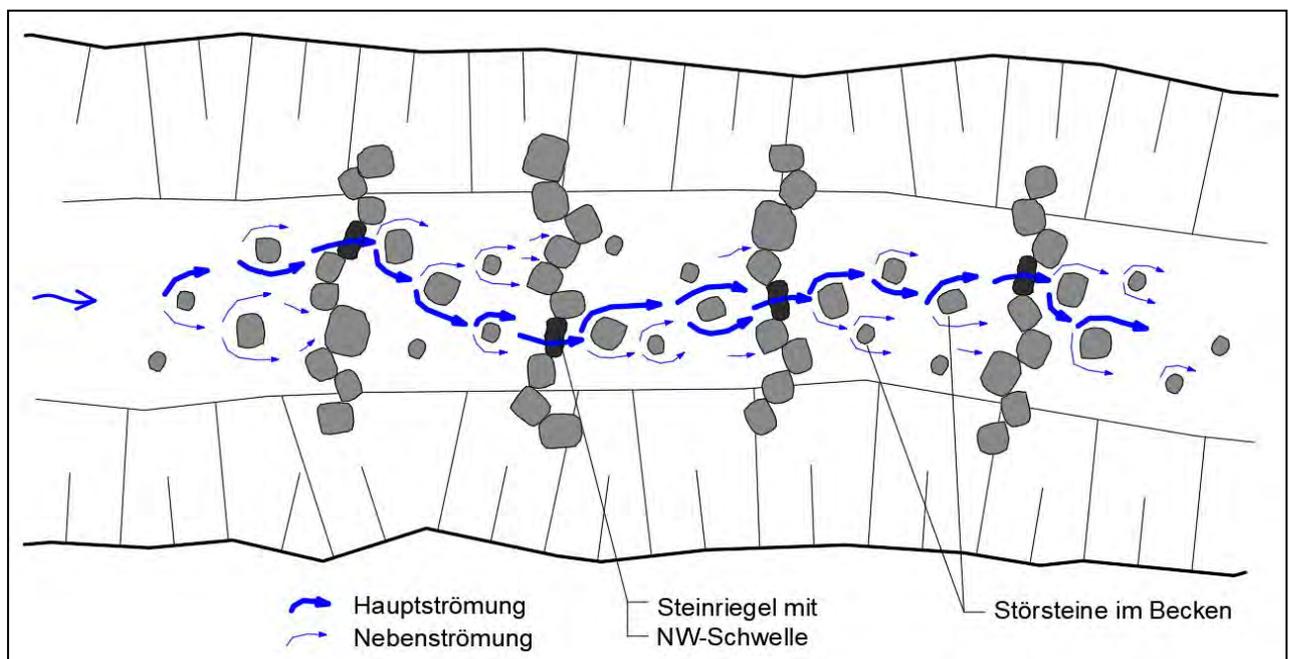


Abbildung 3-25: Prinzipdarstellung Raugerinne mit Beckenstruktur und Störsteinen – Draufsicht (Auszug)

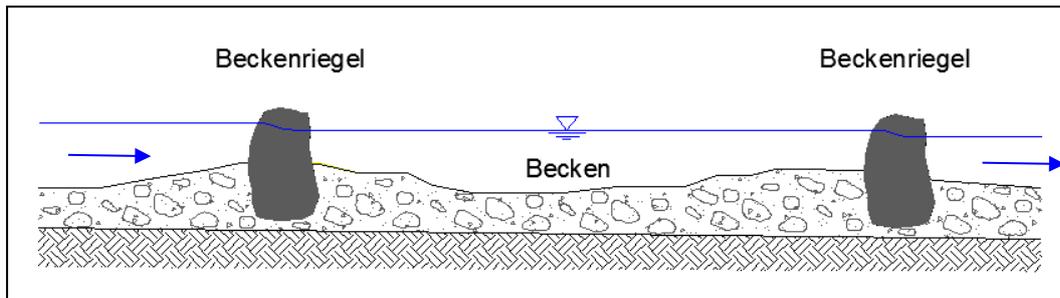


Abbildung 3-26: Prinzipdarstellung Raugerinne mit Beckenstruktur – Längsschnitt (Auszug)

Um eine bessere Anpassung an schwankende Abflüsse herbei zu führen und die erforderlichen Mindestwassertiefen in den Becken zu gewährleisten, sollten die einzelnen Riegel in Niedrig- und Mittelwasserschwellen gegliedert und die Beckensohle muldenförmig vertieft werden (Abbildung 3.26). Dadurch wird die Ausbildung eines breiteren Strömungsprofils mit unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten entsprechend den Präferenzen des vorkommenden breiten Artenspektrums begünstigt.

Die Diversität der Strömung sorgt für eine sehr differenzierte Ausprägung des Sohlsubstrates. Während in der Hauptstromlinie vorwiegend gröbere Sohlsubstrate (kleine Steine, Kiese) „liegenbleiben“, lagern sich hinter den Riegeln und in ufernahen strömungsberuhigten Zonen feinere Substrate (vorwiegend Sande) an.

Für die Riegelherstellung sollten aus hydraulischen Gründen ausschließlich runde Steine Verwendung finden, welche geringere Reibungswiderstände sowie höhere Überfallbeiwerte erzeugen. Insbesondere Letztere sorgen dafür, dass im Vergleich zu kantigen Steinen weniger Wasser über die Riegelsteine strömt und damit der gewünschte Stau effekt in den Riegelbecken ausgelöst wird. Bei niedrigen Durchflüssen werden die Riegel durchströmt, während bei größeren Durchflüssen das Wasser hauptsächlich über die Riegel fließt. Die Niedrigwasserschwelle sollte durch die hier herrschenden, großen Schleppspannungen durch etwas größere, lagestabile Sohlsubstratsteine gesichert werden. Somit kann vor allem der Planwasserstand in der FAA gehalten werden. Erfahrungen und Beobachtungen haben gezeigt, dass hierbei keine Schwelle in der Sohle entstehen sollte ( $\Delta h_{\max} = 1 \text{ cm}$ ). Entstehende Schwellen verwehren dem Makrozoobenthos und den im Bereich der Sohle wandernden Fischen einen Aufstieg.

Ausgehend von den Leistungsmerkmalen und Substratansprüchen des in der Wandse vorkommenden Artenspektrums (Abschnitt 3.2.1) und der Gewährleistung eines Aufstieges für ein möglichst breites Artenspektrum können für die Gestaltung der FAA folgende Hauptkriterien genannt bzw. zusammengefasst werden:

- Gewährleistung eines geringen Gesamtgefälles mit niedrigen Wasserspiegeldifferenzen zwischen den einzelnen Becken ( $\Delta h \leq 7 \text{ cm}$ )
- Gewährleistung einer hohen Strömungsdiversität und ausreichender Ruhe zonen sowie insgesamt geringer Fließgeschwindigkeiten über den Fließquerschnitt
- Ausbildung eines vielfältigen bodennahen Lückensystems (insbes. für Bodenfische und Interstitialbewohner)
- Gewährleistung eines natürlichen Sohlsubstrates (Interstitial) sowie des Sohlschlusses zum Ober- und Unterwasser
- Ausbildung einer ausreichenden Leitströmung im Unterwasser
- Erhalt bzw. Schaffung eines standortgerechten Ufergehölzstreifens (Ausbildung eines naturnahen Mikroklimas und typischer Besiedlungsstrukturen, Beschattung des Gewässers)

Die Bemessung des Raugerinnebeckenpasses entspricht der Bemessung einer beckenartigen FAA. Allerdings sollten die geometrischen Werte und wenn möglich auch die Wasserstände in der FAA deutlich günstiger bzw. größer gewählt werden, um das Funktionieren der Anlage zu gewährleisten. Für die Bemessung des Raugerinnebeckenpasses kann abweichend zum DWA-M 509 die Kurzanleitung für die „Bemessung und Funktionskontrolle von FAA in Mecklenburg-Vorpommern“ (LUNG 2015) herangezogen werden (Abschnitt 3.2.1). Die Bemessungswerte des DWA-M 509 beziehen sich auf die Maximallängen adulter Fische für größere gefällereiche Fließgewässer. Jedoch ist das Fischwachstum abhängig von der Gewässergröße. In keinen Fließgewässern ( $MNQ < 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$ ), wie der Wandse, erreichen die Fische auf Grund des kleinen Lebensraums und den hydromorphologisch einschränkenden Gegebenheiten nur eine geringe Körpergröße. Deshalb wurden die in Tabelle 3-7. dargestellten, angepassten Bemessungsgrenzwerte für die Bemessung der FAA verwendet. Für Hamburg gibt es keine Anleitung für die Bemessung und Funktionskontrolle von FAA, weshalb aufgrund der ähnlichen Gewässereigenschaften in Mecklenburg-Vorpommern und dem Projektgebiet die Kurzanleitung für die Bemessung verwendet wird.

Da die Bemessungsfische in der Wandse der Hecht und die Schleie sind (Abschnitt 3.2.1), ergeben sich für die Planung der FAA folgende Parameter (Tabelle 3-7):

Tabelle 3-7: Geometrische Grenzwerte für die Bemessung der FAA mit dem Hecht sowie der Schleie als Bemessungsfisch nach verschiedenen Planungshilfen

Parameter	Grenzwerte nach DWA (2014) [m]	Grenzwerte nach LUNG (2015) [m]	geplante Werte [m]
Längsabstand von Einbauten	$\geq 3,00$	$\geq 1,80$	5,00
lichte Beckenbreite/ Sohlbreite	1,50 – 2,00	-	2,00
Mindestwassertiefe im Wanderkorridor/ im Becken	0,39	0,30	$\geq 0,35$ (bei MQ)
Wassertiefe im Durchlassbereich (Engstelle)	0,31	0,24	$\geq 0,30$ (bei MQ)
Breite des Durchlassbereiches (Schlitzbreite)	0,30	0,20	0,40

Gegenüber den geometrischen Grenzwerten werden die geplanten Parameter der FAA möglichst sehr großzügig gewählt, um eine vielfältige Strömungsdiversität in der Anlage zu gewährleisten. So wird allen potentiell vorkommenden Arten der Wandse der Aufstieg ermöglicht.

Zum Abbau des insgesamt rund 1 m hohen Sohl sprunges soll pro Beckenriegel eine Wasserspiegeldifferenz von 0,06 m bei Riegelabständen von 5,0 m überwunden werden. Je nach Variante ergeben sich daraus verschiedene Riegelstückzahlen sowie angepasste Anlagenlängen. Zu Vergleichszwecken wurde für die Vorplanung eine einheitliche Beckenlänge von 5,0 m angenommen. In der Entwurfsplanung sollten für die umzusetzende Variante jedoch wechselnde Beckenlängen vorgesehen werden, damit eine höhere Strömungsdiversität erreicht werden kann. Innerhalb der einzelnen Becken sind Störsteine zur Differenzierung und Brechung der Strömung zu setzen, sodass sich ein Wechsel aus strömungsberuhigten und strömungsstarken Bereichen ausbildet.

Die Berechnung und Dimensionierung der FAA erfolgt für die relevanten Durchflüsse iterativ entsprechend den Gesetzmäßigkeiten des Überfalles nach der vereinfachten POLENI-Formel:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot \sigma \cdot b \cdot f \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h_{ii}^{3/2}$$

- mit  $\mu$  = Überfallbeiwert = 0,7 für abgerundete Steine  
 $\sigma$  = Rückstaubeiwert  
 $f$  = Faktor, welcher den Durchfluss in den Lücken zwischen den Steinen des Riegels erfasst  
= 1,1 bis 1,5 bei abgerundeten Steinen  
 $b$  = Durchflussbreite  
 $g$  = Erdbeschleunigung  
 $h_{ii}$  = überströmte Höhe

Mit dieser Formel wurden die Überströmhöhen und die Wasserspiegel für jeden einzelnen Beckenriegel für verschiedene Durchflüsse jeder betrachteten Variante berechnet (Tabellen 3.6 bis 3.9). Dabei bestimmt die Schwellenhöhe des obersten Riegels der FAA die Wasserstände im Oberwasser der Anlage. Auch der Wasserstand unterhalb der FAA ist entscheidend für die Funktionsfähigkeit der Anlagen. Dieser wurde für die verschiedenen Durchflussereignisse mit Hilfe der MANNING-STRICKLER-Formel

$$Q = k_{St} \cdot \sqrt{I_E} \cdot r_{hy}^{2/3} \cdot A$$

- mit  $k_{St}$  = Rauigkeitsbeiwert [ $m^{1/3}/s$ ]  
 $I_E$  = Sohlgefälle [-]  
 $r_{hy} = \frac{A}{U}$  = hydraulischer Radius = durchflossener Querschnitt / benetzter Umfang

für die relevanten Querprofile 6 und 15 (Pläne 7.2, 7.5, 7.8 sowie 7.11) ermittelt. Im Ergebnis wurden folgende Wasserstände für die beiden Profile abgeschätzt (Tabelle 3-8 & Tabelle 3-9):

Tabelle 3-8: Ermittelte Wassertiefen und Wasserstände nach Manning-Strickler für Profil 15

	<b>MNQ</b>	<b>Q30</b>	<b>MQ</b>	<b>Q330</b>
Sohlhöhe [m NHN]	18,05	18,05	18,05	18,05
Wassertiefen [m]	0,06	0,08	0,18	0,27
Wasserstand [m NHN]	18,11	18,13	18,23	18,32

Tabelle 3-9: Ermittelte Wassertiefen und Wasserstände nach Manning-Strickler für Profil 6

	<b>MNQ</b>	<b>Q30</b>	<b>MQ</b>	<b>Q330</b>
Sohlhöhe [m NHN]	17,27	17,27	17,27	17,27
Wassertiefen [m]	0,06	0,07	0,17	0,25
Wasserstand [m NHN]	17,33	17,34	17,44	17,52

An dieser Stelle ist anzumerken, dass generell auf die Ermittlung der Wasserstände ab einem Durchflussereignis von HQ25 verzichtet wurde, da bereits zwischen einem Q330- und HQ25-Ereignis eine Ausuferung der Wandse in die Niederung stattfindet. Jegliche Angaben von Wasserständen  $\geq$  HQ25 im Planprofil würden aufgrund der starken Aufweitung des hydraulischen Querprofils nicht der Realität entsprechen und können nicht durch die angesetzte Berechnungsmethode (basierend auf ein einfaches Trapezprofil) ermittelt werden. Das ist Bestandteil der hydraulischen Modellierung (Abschnitt 12).

### 3.6.2.2 Berechnungsergebnisse

Bereits im Zuge der ersten Berechnungen des Raugerinnebeckenpasses wurden zwei Punkte ersichtlich:

1. Die FAA der verschiedenen Varianten kann mit den vorhandenen, aufgeweiteten Profilen (6 & 7) unterhalb der Brücke Wandseredder nicht funktionieren, denn im Zuge der historischen Entwicklung (Mühlbetrieb und zeitlich anschließende Sohlrampe) wurde die Wandse unterhalb der Brücke sehr breit ausgespült und ausgekolkt. In der Folge haben sich sehr breite Profile mit geringen Wasserständen ausgebildet. Im Zuge der Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit ist es daher erforderlich, diese Profile einzuengen, um so die erforderlichen Wasserstände zum Funktionieren der FAA zu gewährleisten. Dafür wurde ein Niedrig- bzw. Mittelwasserprofil mit einer Sohlbreite von 2,8 m, einer Höhe von ca. 0,7 m und Böschungen von 1:2 angenommen. Steigt der Wasserfall im Hochwasserfall über 0,7 m an, werden die erzeugten seitlichen Bermen überflossen. Nach Manning-Strickler ergeben sich danach folgende abgeschätzte Wasserstände, welche in die Berechnungen der Wasserstände in der FAA eingingen (Tabelle 3-10):

Tabelle 3-10: Ermittelte Wassertiefen und Wasserstände nach Manning-Strickler für das angepasste Profil 6 (Breite MW-Rinne 2,80 m, Böschungsneigungen 1:2)

	MNQ	Q30	MQ	Q330
Sohlhöhe [m NHN]	17,27	17,27	17,27	17,27
Wassertiefen [m]	0,10	0,14	0,29	0,43
Wasserstand [m NHN]	17,37	17,41	17,57	17,71

2. Die Durchflüsse bei MNQ und Q30 sind so gering, dass bei diesen Ereignissen die Funktionsfähigkeit der FAA nicht gewährleistet werden kann. So wird das natürliche Wasserdargebot insbesondere in den Sommermonaten nicht ausreichen, um ganzjährig den Betrieb der FAA zu gewährleisten. Dies ist jedoch auch nicht zwingend erforderlich, da nur wenige Arten die Sommermonate Juni bis September, in denen statistisch gesehen die geringsten Durchflussereignisse herrschen, zum Wandern nutzen (Tabelle 3-11). Es wird daher vorgeschlagen, die Funktionszeit der Anlage auf die Monate Oktober bis einschließlich Mai festzulegen, also entsprechend für ein MQ-Ereignis zu gewährleisten und hydraulisch nachzuweisen ist (Kapitel 3.6.2.1). In der vorgeschlagenen Funktionszeit der Anlage ist die Wander- und Laichzeit für einen Großteil der Fischarten zwei oder mehr Monate gewährleistet. Nur für die Schleie und die Karausche ist die Wander- und Laichzeit durch die vorgeschlagene Funktionszeit auf einen Monat beschränkt. So wird jeder Art unter Betrachtung eines ganzen Jahres mindestens einen Monat die Wanderung über die FAA ermöglicht und keine Art (insbesondere auch nicht die hochrückigen Fische) vollständig selektiert. Diese Festlegung stellt unter Berücksichtigung des natürlichen monatlichen Wasserdargebotes ei-

nen Kompromiss zwischen den einzuhaltenden geometrischen Mindestanforderungen und den ökologischen Anforderungen für den Fischaufstieg dar.

Tabelle 3-11: Wander- und Laichzeiten der meisten der in der Wandse potentiell und nachweislich vorkommenden Fischarten (Quellen: Müller (1983), Brämick et al. (1999), Gebhardt & Ness (2003), Kottelat & Freyhof (2007), Maitland & Linsell (2007), Winkler et al. (2007), DWA (2014)), gewährleisteter Wanderzeitraum ist rot umrandet dargestellt

Fischarten	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Bachneunauge												
Flussneunauge												
Aal												
Bitterling												
Gründling												
Karausche												
Moderlieschen												
Plötze												
Schleie												
Schmerle												
Hecht												
Bachforelle												
Dreist. Stichling												
Neunst. Stichling												
Flussbarsch												

Nach den erforderlichen Anpassungen der Randbedingungen wurden mit Hilfe der POLENI-Formel für jede Untervariante der Variante A die Wasserspiegel über den Beckenriegeln iterativ berechnet. Die Ergebnisse sind in den folgenden Tabelle 3-12 bis Tabelle 3-15 sowie in den Plänen (Abschnitt 7) dargestellt.



Tabelle 3-13: **Variante 1.2.A** - Geometrie und Überströmhöhen der Riegel 1 – 10 der FAA bei verschiedenen Durchflüssen

Riegelnummer	OK NW-Schwelle	m NHN	OK MW-Schwelle	m NHN	Breite NW-Schwelle	m	Breite MW-Schwelle	m	Böschungsnäigung	1 : n	Länge Becken	m	Breite Becken	m	Q30 = 0,051 m³/s						MQ = 0,194 m³/s						Q330 = 0,399 m³/s																
															Wasserstand	m NHN	Überfallhöhe NW-Schwelle	m	Überfallhöhe MW-Schwelle	m	max. Fließgeschwindigkeit im Schlitzbereich	m/s	mittlere Fließgeschwindigkeit im Becken	m/s	Energiedissipation	W/m³	Wasserstand	m NHN	Überfallhöhe NW-Schwelle	m	Überfallhöhe MW-Schwelle	m	max. Fließgeschwindigkeit im Schlitzbereich	m/s	mittlere Fließgeschwindigkeit im Becken	m/s	Energiedissipation	W/m³	Wasserstand	m NHN	Überfallhöhe NW-Schwelle	m	Überfallhöhe MW-Schwelle
1	17,87	18,17	0,4	2,8	2	5,00	3,20	18,01	0,14*	0,00	1,08	0,11	13	18,20	0,33	0,03	1,09	0,18	22	18,27	0,40	0,10	1,08	0,32	37																		
2	17,81	18,11	0,4	2,8	2	5,00	3,20	17,95	0,14*	0,00	1,08	0,11	13	18,14	0,33	0,03	1,08	0,18	22	18,21	0,40	0,10	1,08	0,32	37																		
3	17,75	18,05	0,4	2,8	2	5,00	3,20	17,89	0,14*	0,00	1,08	0,11	13	18,08	0,33	0,03	1,08	0,18	22	18,15	0,40	0,10	1,09	0,32	37																		
4	17,69	17,99	0,4	2,8	2	5,00	3,20	17,83	0,14*	0,00	1,08	0,11	13	18,02	0,33	0,03	1,08	0,18	22	18,09	0,40	0,10	1,09	0,32	37																		
5	17,63	17,93	0,4	2,8	2	5,00	3,20	17,77	0,14*	0,00	1,08	0,11	13	17,96	0,33	0,03	1,09	0,18	22	18,03	0,40	0,10	1,09	0,32	37																		
6	17,57	17,87	0,4	2,8	2	13,80	3,20	17,71	0,14*	0,00	1,08	0,11	5	17,90	0,33	0,03	1,09	0,18	8	17,97	0,40	0,10	1,08	0,32	13																		
7	17,51	17,81	0,4	2,8	2	5,00	3,20	17,65	0,14*	0,00	1,08	0,11	13	17,84	0,33	0,03	1,09	0,18	22	17,91	0,40	0,10	1,08	0,31	37																		
8	17,45	17,75	0,4	2,8	2	5,00	3,20	17,59	0,14*	0,00	1,08	0,11	13	17,78	0,33	0,03	1,09	0,18	22	17,85	0,40	0,10	1,05	0,31	35																		
9	17,39	17,69	0,4	2,8	2	5,00	3,20	17,53	0,14*	0,00	1,07	0,11	13	17,72	0,33	0,03	1,12	0,18	23	17,79	0,40	0,10	0,97	0,31	29																		
10	17,33	17,63	0,4	2,8	2	5,00	3,20	17,47	0,14*	0,00	1,12	0,11	14	17,65	0,32	0,02	1,28	0,19	31	17,74	0,41	0,11	0,80	0,30	19																		
														Startwasserspiegel:		17,41																											

\*Mindestgrenzwert von 0,24 m wird bei ≤ Q30 nicht erreicht

Tabelle 3-14: **Variante 2.A** - Geometrie und Überströmhöhen der Riegel 1 – 10 der FAA bei verschiedenen Durchflüssen

Riegelnummer	OK NW-Schwelle	m NHN	OK MW-Schwelle	m NHN	Breite NW-Schwelle	m	Breite MW-Schwelle	m	Böschungsnäigung	1 : n	Länge Becken	m	Breite Becken	m	Q30 = 0,051 m³/s						MQ = 0,194 m³/s						Q330 = 0,399 m³/s																							
															Wasserstand	m NHN	Überfallhöhe NW-Schwelle	m	Überfallhöhe MW-Schwelle	m	max. Fließgeschwindigkeit im Schlitzbereich	m/s	mittlere Fließgeschwindigkeit im Becken	m/s	Energiedissipation	W/m³	Wasserstand	m NHN	Überfallhöhe NW-Schwelle	m	Überfallhöhe MW-Schwelle	m	max. Fließgeschwindigkeit im Schlitzbereich	m/s	mittlere Fließgeschwindigkeit im Becken	m/s	Energiedissipation	W/m³	Wasserstand	m NHN	Überfallhöhe NW-Schwelle	m	Überfallhöhe MW-Schwelle	m	max. Fließgeschwindigkeit im Schlitzbereich	m/s	mittlere Fließgeschwindigkeit im Becken	m/s	Energiedissipation	W/m³
1	17,87	18,17	0,4	2,8	2	5,00	3,20	18,01	0,14*	0,00	1,08	0,11	13	18,19	0,33	0,03	1,08	0,18	20	18,26	0,39	0,10	1,03	0,32	34	17,41	17,41	0,4	2,8	2	5,00	3,20	17,47	0,14*	0,00	1,10	0,11	14	17,64	0,32	0,02	1,26	0,19	30	17,71	0,39	0,09	1,14	0,32	41
2	17,81	18,11	0,4	2,8	2	5,00	3,20	17,95	0,14*	0,00	1,08	0,11	13	18,13	0,33	0,03	1,09	0,18	22	18,20	0,40	0,10	1,08	0,32	37	17,57	17,57	0,4	2,8	2	5,00	3,20	17,71	0,14*	0,00	1,08	0,11	13	17,89	0,33	0,03	1,09	0,18	22	17,96	0,40	0,10	1,09	0,32	37
3	17,75	18,05	0,4	2,8	2	5,00	3,20	17,89	0,14*	0,00	1,08	0,11	13	18,07	0,33	0,03	1,09	0,18	22	18,14	0,40	0,10	1,08	0,32	37	17,51	17,81	0,4	2,8	2	5,00	3,20	17,65	0,14*	0,00	1,08	0,11	13	17,83	0,33	0,03	1,10	0,18	22	17,90	0,40	0,10	1,09	0,32	38
4	17,69	17,99	0,4	2,8	2	11,45	3,20	17,83	0,14*	0,00	1,08	0,11	6	18,01	0,33	0,03	1,09	0,18	9	18,08	0,40	0,10	1,09	0,32	16	17,45	17,75	0,4	2,8	2	5,00	3,20	17,59	0,14*	0,00	1,09	0,11	13	17,77	0,33	0,03	1,14	0,18	24	17,84	0,39	0,09	1,11	0,32	39
5	17,63	17,93	0,4	2,8	2	5,00	3,20	17,77	0,14*	0,00	1,08	0,11	13	17,95	0,33	0,03	1,09	0,18	22	18,02	0,40	0,10	1,09	0,32	37	17,39	17,69	0,4	2,8	2	5,00	3,20	17,53	0,14*	0,00	1,08	0,11	13	17,70	0,32	0,02	1,08	0,19	22	17,77	0,39	0,09	1,14	0,32	41
6	17,57	17,87	0,4	2,8	2	5,00	3,20	17,71	0,14*	0,00	1,08	0,11	13	17,89	0,33	0,03	1,09	0,18	22	17,96	0,40	0,10	1,09	0,32	37	17,33	17,63	0,4	2,8	2	5,00	3,20	17,47	0,14*	0,00	1,10	0,11	14	17,64	0,32	0,02	1,26	0,19	30	17,71	0,39	0,09	1,14	0,32	41
7	17,51	17,81	0,4	2,8	2	5,00	3,20	17,65	0,14*	0,00	1,08	0,11	13	17,83	0,33	0,03	1,10	0,18	22	17,90	0,40	0,10	1,09	0,32	38	17,27	17,57	0,4	2,8	2	5,00	3,20	17,41	0,14*	0,00	1,09	0,11	13	17,77	0,33	0,03	1,14	0,18	24	17,84	0,39	0,09	1,11	0,32	39
8	17,45	17,75	0,4	2,8	2	5,00	3,20	17,59	0,14*	0,00	1,09	0,11	13	17,77	0,33	0,03	1,14	0,18	24	17,84	0,39	0,09	1,11	0,32	39	17,21	17,51	0,4	2,8	2	5,00	3,20	17,33	0,14*	0,00	1,08	0,11	13	17,70	0,32	0,02	1,08	0,19	22	17,77	0,39	0,09	1,14	0,32	41
9	17,39	17,69	0,4	2,8	2	5,00	3,20	17,53	0,14*	0,00	1,08	0,11	13	17,70	0,32	0,02	1,08	0,19	22	17,77	0,39	0,09	1,14	0,32	41	17,17	17,47	0,4	2,8	2	5,00	3,20	17,33	0,14*	0,00	1,10	0,11	14	17,64	0,32	0,02	1,26	0,19	30	17,71	0,39	0,09	1,14	0,32	41
10	17,33	17,63	0,4	2,8	2	5,00	3,20	17,47	0,14*	0,00	1,10	0,11	14	17,64	0,32	0,02	1,26	0,19	30	17,71	0,39	0,09	1,14	0,32	41	17,11	17,41	0,4	2,8	2	5,00	3,20	17,27	0,14*	0,00	1,09	0,11	13	17,77	0,33	0,03	1,14	0,18	24	17,84	0,39	0,09	1,11	0,32	39

\*Mindestgrenzwert von 0,24 m wird bei s Q30 nicht erreicht

Tabelle 3-15: **Variante 3.A** - Geometrie und Überströmhöhen der Riegel 1 – 10 der FAA bei verschiedenen Durchflüssen

Riegelnummer	OK NW-Schwelle	m NHN	OK MW-Schwelle	m NHN	Breite NW-Schwelle	m	Breite MW-Schwelle	m	Böschungsnäigung	1 : n	Länge Becken	m	Breite Becken	m	Q30 = 0,051 m³/s						MQ = 0,194 m³/s						Q330 = 0,399 m³/s																																																																																																																																																																																																																															
															Wasserstand	m NHN	Überfallhöhe NW-Schwelle	m	Überfallhöhe MW-Schwelle	m	max. Fließgeschwindigkeit im Schlitzbereich	m/s	mittlere Fließgeschwindigkeit im Becken	W/m³	Energiedissipation	Wasserstand	m NHN	Überfallhöhe NW-Schwelle	m	Überfallhöhe MW-Schwelle	m	max. Fließgeschwindigkeit im Schlitzbereich	m/s	mittlere Fließgeschwindigkeit im Becken	W/m³	Energiedissipation	Wasserstand	m NHN	Überfallhöhe NW-Schwelle	m	Überfallhöhe MW-Schwelle	m	max. Fließgeschwindigkeit im Schlitzbereich	m/s	mittlere Fließgeschwindigkeit im Becken	W/m³	Energiedissipation	Wasserstand	m NHN	Überfallhöhe NW-Schwelle	m	Überfallhöhe MW-Schwelle	m	max. Fließgeschwindigkeit im Schlitzbereich	m/s	mittlere Fließgeschwindigkeit im Becken	W/m³	Energiedissipation	Wasserstand	m NHN	Überfallhöhe NW-Schwelle	m	Überfallhöhe MW-Schwelle	m	max. Fließgeschwindigkeit im Schlitzbereich	m/s	mittlere Fließgeschwindigkeit im Becken	W/m³	Energiedissipation																																																																																																																																																																																					
1	17,87	18,17	0,4	2,8	2	5,00	3,20	<b>18,01</b>	0,14*	0,00	1,08	0,11	13	18,20	0,33	0,03	1,09	0,18	20	18,27	0,40	0,10	1,08	0,32	37	17,81	18,11	0,4	2,8	2	5,00	3,20	17,95	0,14*	0,00	1,08	0,11	13	18,14	0,33	0,03	1,09	0,18	22	18,21	0,40	0,10	1,08	0,32	37	17,75	18,05	0,4	2,8	2	5,00	3,20	17,89	0,14*	0,00	1,08	0,11	13	18,08	0,33	0,03	1,09	0,18	22	18,15	0,40	0,10	1,08	0,32	37	17,69	17,99	0,4	2,8	2	5,00	3,20	17,83	0,14*	0,00	1,08	0,11	13	18,02	0,33	0,03	1,09	0,18	22	18,09	0,40	0,10	1,09	0,32	37	17,63	17,93	0,4	2,8	2	5,00	3,20	17,77	0,14*	0,00	1,08	0,11	13	17,96	0,33	0,03	1,09	0,18	22	18,03	0,40	0,10	1,09	0,32	37	17,57	17,87	0,4	2,8	2	5,00	3,20	17,71	0,14*	0,00	1,08	0,11	13	17,90	0,33	0,03	1,09	0,18	22	17,97	0,40	0,10	1,09	0,32	37	17,51	17,81	0,4	2,8	2	5,00	3,20	17,65	0,14*	0,00	1,08	0,11	13	17,84	0,33	0,03	1,10	0,18	22	17,91	0,40	0,10	1,09	0,32	37	17,45	17,75	0,4	2,8	2	10,30	3,20	17,59	0,14*	0,00	1,09	0,11	6	17,78	0,33	0,03	1,14	0,19	12	17,84	0,39	0,09	1,11	0,32	19	17,39	17,69	0,4	2,8	2	5,00	3,20	17,53	0,14*	0,00	1,07	0,11	13	17,71	0,32	0,02	1,09	0,19	22	17,78	0,39	0,09	1,14	0,32	41	17,33	17,63	0,4	2,8	2	5,00	3,20	17,47	0,14*	0,00	1,12	0,11	14	17,65	0,32	0,02	1,26	0,19	30	17,72	0,39	0,09	0,34	0,32	4
														17,41							17,57							17,71																																																																																																																																																																																																																														
														Startwasserspiegel:																																																																																																																																																																																																																																												

\*Mindestgrenzwert von 0,24 m wird bei ≤ Q30 nicht erreicht

Die Wasserstands-Abfluss-Beziehungen aller berechneter FAA sind identisch. Lediglich die absoluten Höhenangaben differieren pro Variante. Ab einem Durchfluss zwischen Q330 und HQ25 kommt es zu Ausuferungen der Wandse mit der Folge, dass das anliegende Biotop überschwemmt wird.

Aus der Berechnung ist ersichtlich, dass sich in den Durchlassöffnungen der Niedrigwasserrinne bei Q30 ein Wasserstand von 0,14 m und bei MQ ein Wasserstand von mittleren 0,33 m einstellt. Damit ist die Forderung eines Mindestwasserstandes von 0,24 m (Tabelle 3.1) erst ab einem Durchfluss zwischen Q30 und MQ erfüllt. Die Funktionsfähigkeit der Anlage kann aufgrund der sehr geringen Durchflusswerte für hochrückige Fischarten also erst ab MQ gewährleistet werden. In Monaten mit geringeren Durchflüssen (Sommermonate) können die vorberechneten FAA nur von kleineren Fischarten passiert werden.

Neben der Vorberechnung der Wasserstände in der FAA wurden auch die erforderlichen Nachweise durchgeführt. Folgende hydraulische Nachweise für die untere Forellenregion wurden dabei nach der DWA-M 509 (2014) geprüft (Tabelle 3-16) und konnten bei allen Untervarianten der Variante A eingehalten werden (vgl. Tabelle 3-12 bis Tabelle 3-15):

Tabelle 3-16: Geometrische Grenzwerte für die Bemessung der FAA mit dem Hecht sowie der Schleie als Bemessungsfisch nach DWA-M 509 (Tabelle 17, 18 und 21)

Nachweiskriterien	einzuhaltender Grenzwert inkl. Sicherheitszuschläge nach DWA-M 509
mittlere Fließgeschwindigkeit im Becken $v_m$	$\leq 1,4 \text{ m/s}$ (Gesamtlänge > 10 m bis 25 m)
maximale Fließgeschwindigkeit in den Engstellen im Wanderkorridor $v_{max}$	$\leq 1,9 \text{ m/s}$ (= $2,1 \text{ m/s} * 0,9$ Sicherheitsbeiwert)
Grenzwert der Leistungsdichte bei der Energiedissipation	$\leq 180 \text{ W/m}^3$

Entsprechend den rechnerischen und zeichnerischen Ergebnissen sowie der geführten Nachweise sind die FAA aller betrachteten Untervarianten der Variante A technisch in der Lage die ökologische Durchgängigkeit der Wandse im Projektgebiet herzustellen. Unter diesem Gesichtspunkt sind sie alle umsetzbar.

### 3.6.2.3 Bauliche Ausführung

Der LSBG wirkt im Sinne einer nachhaltigen Baukultur. Aus diesem Grunde wird im vorliegenden Projekt auf Kunststoffe in Form von Geogittern und Vliesen verzichtet.

Als Bauform für die Gründung der FAA wird nach DWA M-509 der filterstabile Aufbau gewählt. Zwar wird als mögliche Lösung zur Herstellung der Gründung im genannten Merkblatt auch die Verwendung von Kunststoffen und Vliesen genannt. Da die Wandse im Projektgebiet ein nach § 30 BNatSchG geschütztes Biotop ist, wird diese Lösung hier jedoch ausgeschlossen.

Für die FAA ergibt sich mit einer mineralischen Filterschicht folgender Aufbau von oben nach unten (Abbildung 3.27):

- verdichtetes Planum
- mineralische Filterschicht
- 50 cm kombinierte Stütz- und Deckschicht aus Lesesteinen 100 bis 200 mm sowie Mittel- und Grobkies 16/32
- Störsteine bzw. Beckenriegel

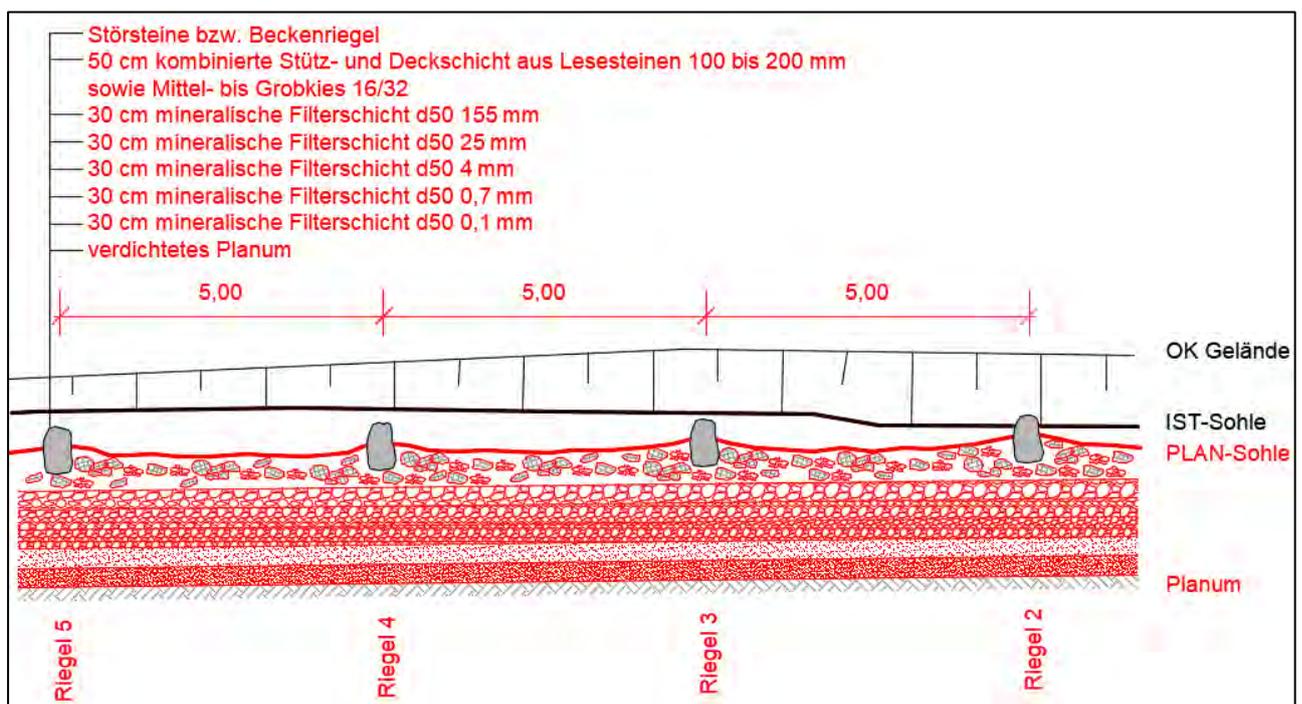


Abbildung 3-27: Prinzipschema FAA-Gründung mit einem mineralischen Filter im Längsschnitt

Für die Herstellung eines mineralischen Filters werden entsprechend der DWA-M 509 (S. 216) die Schichtanzahl und -dicke ausgehend von der Korngröße des anstehenden Untergrunds ermittelt. Der Filter besteht aus entsprechend der Korngrößen abgestimmten Schichten. In Abbildung 3.26 ist der mineralische Filter ausgehend vom vorhandenen Geschiebelehm mit den Mindest-Schichtdicken (Mächtigkeit am Ende in Abhängigkeit von den jeweiligen Baugrundverhältnissen am Standort) dargestellt. Für den filterstabilen Aufbau sind fünf verschiedene Filterschichten mit unterschiedlichen Korngrößen in 30 cm – mächtigen Schichten aufeinander aufzutragen. Der fachgerechte Einbau ist besonders

zu überwachen. Insgesamt entsteht eine größere Gründungsmächtigkeit als bei der Variante mit dem Geotextil (1,5 m statt 1,1 m). Im Umkehrschluss bedeutet dies eine größere Ausdehnung der Baugrube unter Berücksichtigung der mindestens erforderlichen Böschungsneigung von 1:2 und daraus folgend einen größeren Bodenaushub sowie stärkere Eingriffe in die anliegenden Biotope. Dies wird jedoch zugunsten des Verzichts auf die Verwendung von Kunststoffen in nach §30 geschützten Biotopen in Kauf genommen.

Alternativ würde sich der Schichtaufbau mit einem kombinierten Geogitter von unten nach oben folgendermaßen ergeben (Abbildung 3.28):

- verdichtetes Planum
- kombiniertes Geogitter (Geogitter mit Vlies)
- Bettungsschicht aus Kiessand 0/32 (Mächtigkeit in Abhängigkeit von den jeweiligen Baugrundverhältnissen am Standort)
- kombiniertes Geogitter (Geogitter mit Vlies)
- 10 cm Ausgleichsschicht aus Kiessand 0/32
- 50 cm kombinierte Stütz- und Deckschicht aus Lesesteinen 100 bis 200 mm sowie Mittel- bis Grobkies 16/32
- Störsteine bzw. Beckenriegel

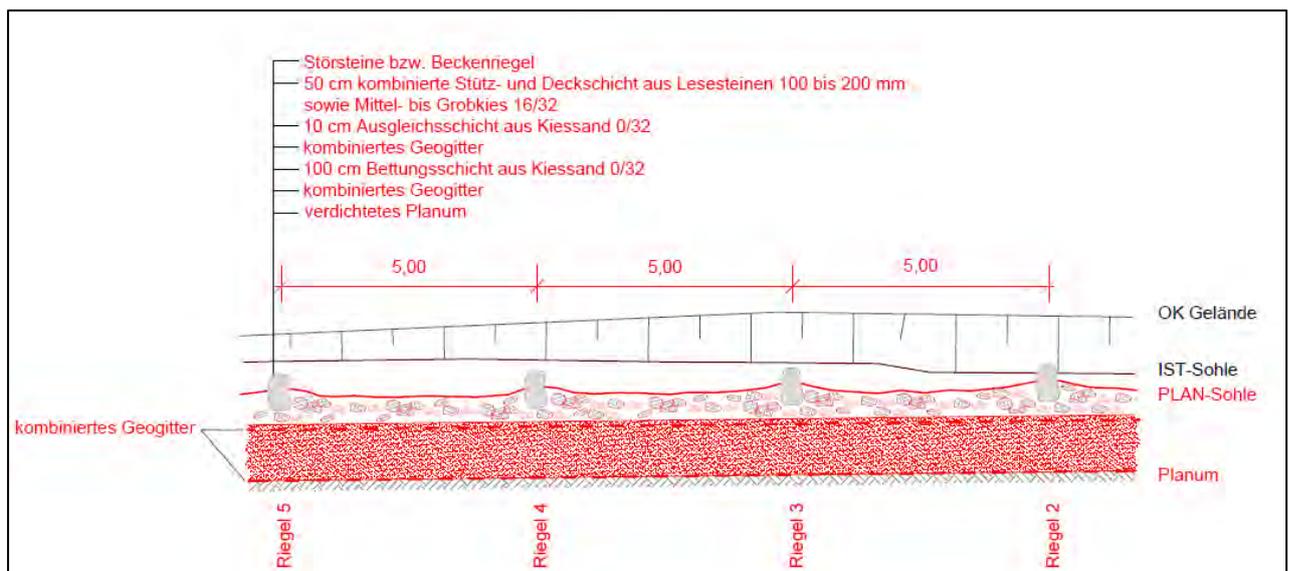


Abbildung 3-28: Prinzipschema FAA-Gründung mit einem kombinierten Geogitter im Längsschnitt

Eine zweite Alternative Gründung der FAA wäre es, im Bereich der geplanten FAA eine Auflast aufzubringen, um eine gezielte Verdichtung des Untergrunds hervorzurufen. Dies führt zu jahrelangen Setzungsprozessen. Für die Funktionsfähigkeit der FAA ist jedoch bereits mittelfristig der lagestabile Einbau der Beckenriegel und des Beckenmaterials notwendig. Somit ist das Aufbringen einer Auflast keine ausreichende Gründungsmöglichkeit.

Die Riegel- und Störsteine mit einem Durchmesser von 0,40 m bis 0,70 m werden in die Deck- bzw. Stüttschicht gebettet. Damit werden pro Riegel ca. 6 Riegelsteine benötigt. In den Becken sollen, je nach Beckenlänge, 2 bis 6 Störsteine gesetzt werden.

Zur Ableitung des Wassers in den Niedrigwasserperioden wird auf der gesamten Länge der FAA eine Niedrigwassermulde von 0,4 m Breite ausgebildet. Um diese insbesondere im Riegelbereich lagestabil zu halten, sollte hier unbedingt gröberes Sohlmaterial ab Grobkies ( $\geq 20$  mm) eingebaut werden. Dabei ist darauf zu achten, dass im Riegelbereich keine Schwelle  $> 1$  cm entsteht (siehe oben).

Die Sohle in den Becken soll gegenüber den Niedrigwasserschwelen ober- und unterhalb des Beckens um bis zu 20 cm vertieft werden. Somit wird zum einen die Mindestwassertiefe und zum anderen eine differenziertere Strömungsverteilung in den Becken erreicht.

Der Baugrund besteht oberflächennah aus mächtigen, nicht tragfähigen Schichten (Mudde, Torf etc.; Abschnitt 3.5.2). Um eine Lagestabilität der Stütz- und Deckschichten sowie der Steinriegel und damit die langfristige Funktionsfähigkeit der FAA garantieren zu können, müssen diese Schichten vollständig bis zum anstehenden, tragfähigen Geschiebemergel entfernt und durch tragfähigen, verdichtungsfähigen, nicht bindigen Erdstoff (Kiessand) ersetzt werden. Je nach Lage ergeben sich unterschiedliche Mächtigkeiten für den Bodenaustausch (Abschnitt 7). Würde dieser Austausch nicht vorgenommen werden, würde die Konstruktion nach und nach versacken. Damit wäre die neu hergestellte Anlage nach einiger Zeit durch die Entstehung größerer Sohlstufen nicht mehr ökologisch durchgängig.

Es reicht nicht aus lediglich den Untergrund im Bereich der Steinriegel zu befestigen. Die FAA muss auf der gesamten Länge (vom ersten bis zum letzten Riegel) zur Gewährleistung der Höhenlagen fest und fachgerecht gegründet werden. Es reicht nicht aus, nur die Riegel selbst fest zu gründen. Auch die Höhe der Beckensohle ist definiert. Werden nur die Riegel fachgerecht gegründet und die Beckenriegel nicht, kommt es durch die Auflast der Stütz- und Deckschicht auf nicht tragfähigem Untergrund zu erheblichen Setzungen des Beckens. Dadurch entstehen Sohlspünge zwischen den Becken und den Riegeln der FAA mit dem Ergebnis, dass die FAA für Makrozoobenthos und den sich an der Gewässersohle orientierenden Fischarten nicht mehr durchgängig ist und damit das Ziel der herzustellenden Durchgängigkeit in der Wandse nicht erreicht wird. Sowohl die Höhe der Beckenriegel als auch die Höhe der Beckensohle darf sich nicht verändern. Daher ist die Gründung der FAA zur Herstellung der Durchgängigkeit der prioritäre, maßgebende Faktor. Sie muss in trockener Bauweise hergestellt werden, da ansonsten eine ausreichende, notwendige Verdichtung der Gründungsschichten nicht erreicht werden kann.

Die Baugrubenböschungen sind in den vorhandenen weichen Böden mindestens mit einer Neigung von 1:2 oder flacher auszubilden. Im Hinblick auf die hohen Grundwasserstände bzw. die nassen Böden wird eine geschlossene Wasserhaltung für das erforderliche Bauen in einer trockenen Baugrube über die gesamte Bauzeit notwendig werden.

Im Falle der Verlegung der Wandse in eine neue Trasse ist das neben der FAA verbleibende Altgerinne der Wandse vollständig mit geeignetem Erdmaterial zu verfüllen. Im weiteren Verlauf der Planung ist zu prüfen, ob ein Teil des Aushubbodens dafür wiederverwertet werden kann.

Die Sohle unterhalb der Brücke wird durch den Bau der Fischaufstiegsanlage dauerhaft erhöht (um ca. 0,5 m). Um daraus resultierende Gebäudeschäden (Ausspülungen, Vernässung etc.) am direkt an der Wandse angrenzenden Gebäude der Lackfabrik zu verhindern, ist parallel zum Gebäude eine Spundwand zu ziehen, welche das Wasser bis über ein Q330-Ereignis hinaus vom Gebäude abhält.

### 3.6.2.4 Unterhaltungskosten, Monitoring, Nacharbeiten

Nach Umsetzung der FAA entstehen mehrere Folgekosten:

#### Nacharbeiten

Nach Abschluss der Baumaßnahmen sind nachträgliche Setzungen innerhalb der FAA nicht auszuschließen. Sie können durch eine fachgerechte Baugrundvorbereitung und einen geeigneten Gründungsaufbau aber deutlich minimiert werden. Trotzdem sollte die Anlage nach Abschluss der Bauarbeiten überwacht werden, sodass Setzungen eruiert werden können, worauf angepasste Optimierungsmaßnahmen folgen. Setzt sich z. B. die ganze Anlage, wird es in der Regel erforderlich, die Sohle oberhalb der Anlage anzupassen. Setzen sich nur einzelne Riegel, müssen diese neu gesetzt werden. Entwickeln sich über die Zeit zu hohe Sprünge zwischen der Niedrigwasserschwelle und den Becken, sind diese für Tiere, die sich an der Gewässersohle orientieren, nicht mehr durchgängig. Diese Sprünge sollten dann nachgearbeitet werden (entweder Riegel neu setzen oder Steinkies einbringen), um gar nicht erst eine Selektion für diese Lebewesen zu erzeugen. Eine nachträgliche Überwachung einer FAA ist also entscheidend für deren Funktionsfähigkeit. Diese sollte solange durchgeführt werden, bis die Funktionsfähigkeit der FAA dauerhaft gewährleistet werden kann, das heißt, bis eventuell auftretende Setzungen abgeschlossen sind.

Für gegebenenfalls anfallende Nacharbeiten werden in der Kostenschätzung pauschal 8.000 € eingerechnet.

#### Unterhaltungskosten

In sandgeprägten Fließgewässern kann es zu starker Versandung der FAA durch natürliche Sedimenttransporte kommen. Dabei werden bodennahe Lücken für kleinere Fische und Makrozoobenthos zugesetzt, wodurch wichtige Habitate und Wanderkorridore verloren gehen. Durch Sandentnahme aus der Anlage im Zuge von Unterhaltungsmaßnahmen sind diese bodennahen, offenen Lücken wiederherzustellen. Sandentnahmen sind solange durchzuführen, bis sich ein Sedimentationsgleichgewicht eingestellt hat.

Zu den Unterhaltungskosten gehören u.a. ebenfalls das Entfernen von Geschwemmsel infolge von Hochwasserereignissen sowie Entkrautungsmaßnahmen infolge langwährender Niedrigwasserereignisse.

Für Unterhaltungskosten werden ca. 12.470 € brutto/Jahr angesetzt.

#### Monitoring

Zur Erfolgskontrolle ist ein mehrjähriges Monitoring durchzuführen. Dies beinhaltet Befischungen, Wasserstands- und Abflussmessungen, welche die Wirksamkeit der FAA nachweisen. Mangelhafte Ergebnisse könnten auf Probleme (z. B. Setzungen, Versandungen) in der Anlage hinweisen, welche beseitigt werden müssen (vgl. Nacharbeiten und Unterhaltungskosten).

Für das Monitoring sind 59.500 € brutto anzusetzen.

### 3.6.2.5 Biotopbetroffenheiten

Die Varianten der FAA besitzen eine Gesamtlänge zwischen 55 und 61 m und verursachen alle eine Flächenbetroffenheit der vorhandenen Quell-, Wald- und Gewässerbiootope. Die Betroffenheiten wurden unter Berücksichtigung des für die Herstellung der FAA er-

forderlichen Bauraumes inkl. der Zuwegungen ermittelt und sind in Tabelle 3-17 für die vier Brückenvarianten dargestellt. Die für den Bau der Brücke erforderlichen Baugruben und Zuwegungen sind hier noch nicht enthalten.

Tabelle 3-17: Betroffenheit der Quell-, Wald- und Gewässerbiotope der Variante A

Brückenvariante	Biotopbetroffenheiten [m <sup>2</sup> ]		
	Quellbiotop	Waldbiotop	Gewässerbiotop
Brückenvariante 1.1.	27	1.012	311
Brückenvariante 1.2.	0	645	329
Brückenvariante 2.	79	866	340
Brückenvariante 3.	67	965	322

### 3.6.3 Variante B: Raugerinne ohne Störsteine

Siehe Pläne 7.3, 7.6, 7.9 sowie 7.12

#### 3.6.3.1 Grundlagen und Bemessungsparameter

Vereinfacht sind Raugerinne als Sohlgleiten mit sehr niedrigem Sohlgefälle zu beschreiben (Abbildung 3.29). Auch mit Hilfe eines Raugerinnes können Sohlspünge auf relativ kurzer Strecke verbunden mit der Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit für ein möglichst breites Artenspektrum (starke und schwache Arten) abgebaut werden. Jedoch bilden sich im Gegensatz zur FAA in einem Raugerinne kaum Strömungsdiversität aus, wodurch auch keine ausgedehnten Ruhezeiten für die Fauna innerhalb der Anlage entstehen. Jedoch herrschen dafür innerhalb eines Raugerinnes durch das laminare Strömen des Wassers auch geringere Turbulenzen vor.

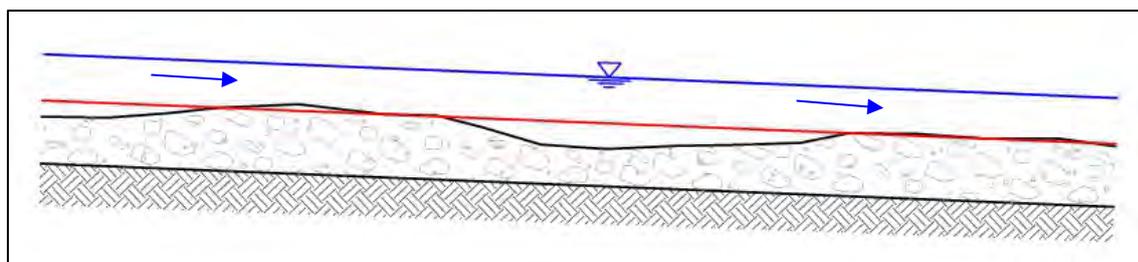


Abbildung 3-29: Auszug einer prinzipiellen Längsschnittdarstellung eines Raugerinnes ohne Einbauten (die rote Linie stellt eine durchgängige Sohle ohne Mulden dar; die schwarze Linie stellt die Sohle mit muldenförmigen Vertiefungen dar)

Fließstrecken mit Raugerinnen, sollten sich generell mit Fließstrecken ohne Gefälleabbau abwechseln, welche von der Fauna als notwendige Ruhezeiten genutzt werden, in denen sie sich von der hohen Kraftanstrengung des Aufstiegs in dem Raugerinne ausruhen. In diesen Bereichen sollte auch immer die Sohle zur Ausbildung eines differenzierten Strömungsbildes mit geringen Fließgeschwindigkeiten im Sohlenbereich vertieft werden. Auch partielle muldenförmige Vertiefungen in der Sohle innerhalb des Raugerinnes (Abbildung 3.29) sorgen für die Ausbildung eines breiteren Strömungsprofils mit unterschiedlichen

Fließgeschwindigkeiten entsprechend den Präferenzen des vorkommenden breiten Artenspektrums.

Aufgrund der allgemeinen, geringen Diversität der Strömung und der damit einhergehenden großen Schleppspannung muss über die gesamte Breite des Raugerinnes gröberes Sohlssubstrate vorgesehen werden. Dies sichert die Lagestabilität des Sohlssubstrates und damit die Funktionsfähigkeit der Anlage. Des Weiteren sollten unter Berücksichtigung der Leistungsmerkmale und Substratansprüche des in der Wandse vorkommenden Artenspektrums für die Gestaltung des Raugerinnes folgende Hauptkriterien Beachtung finden:

- Gewährleistung eines geringen Gesamtgefälles für eine uneingeschränkte Passierbarkeit → Sohlgefälle  $\leq 1$  %
- maximale Länge des Raugerinnes am Stück von 25 m
- Ausbildung eines vielfältigen bodennahen Lückensystems (insbes. für Bodenfische und Interstitialbewohner)
- Gewährleistung eines natürlichen Sohlssubstrates (Interstitial) sowie des Sohlschlusses zum Ober- und Unterwasser
- Erhalt bzw. Schaffung eines standortgerechten Ufergehölzstreifens (Ausbildung eines naturnahen Mikroklimas und typischer Besiedlungsstrukturen, Beschattung des Gewässers)

Die Gestaltung des Raugerinnes muss unter Beachtung einiger Bemessungswerte nach der DWA-M 509 (2014) unter Berücksichtigung der in der Wandse geltenden Bemessungsfische (Hecht und Schleie) erfolgen (Tabelle 3-18), wobei diese zur Gewährleistung der Funktionsfähigkeit der Anlage für ein größtmögliches Artenspektrum deutlich günstiger bzw. größer gewählt werden sollten. Es ergeben sich für die Planung des Raugerinnes folgende Planungsparameter:

Tabelle 3-18: Geometrische Grenzwerte inkl. Sicherheitsbeiwert für die Bemessung des Raugerinnes mit dem Hecht sowie der Schleie als Bemessungsfisch nach DWA-M 509 (2014), Tabelle 28, 29

Parameter	Grenzwert
zulässige mittlere Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor bei einer Raugerinne-Länge von 10 bis 25 m	$v_{m,bem} = 1,1$ m/s
minimale Wassertiefe	$h_{eff,bem} = 0,45$ m
minimale Sohlenbreite	$b_{bem} = 1,2$ m

Für die Varianten der Fischaufstiegsanlagen (Varianten A) konnte der Mindestwasserstand herabgesetzt werden, da für diese Anlagen umfangreiche Funktionskontrollen durchgeführt wurden, auf Grundlage derer eine fundierte Kurzanleitung als Planungsgrundlage entstand (LUNG 2015). Die Kurzanleitung ermöglicht die artspezifische Anpassung von Grenzwerten (Abschnitt 3.6.2.1) auch hinsichtlich der Wasserstände ohne Funktionseinschränkungen. Für Sohlgleiten (Varianten B und C) sind solche Untersuchungen nicht bekannt, weshalb hier auf die Grenzwerte der DWA-M 509 zurückgegriffen werden muss, um einen Funktionsnachweis führen zu können. Die minimale Wassertiefe für Raugerinne ohne Störsteine wird daher mit 0,45 m (Tabelle 3-18) angesetzt.

Die Berechnung und Dimensionierung des Raugerinnes erfolgt für die relevanten Durchflüsse mit Hilfe des Fließgesetzes nach DARCY:

$$v_m = \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \sqrt{8 \cdot g \cdot r_{hy} \cdot I_E}$$

mit  $\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \log \frac{k_s / r_{hy}}{14,84}$

$r_{hy}$  = hydraulischer Radius mit  $r_{hy} = A / U$

$A$  = Fließfläche

$U$  = benetzter Umfang

$k_s$  = äquivalente Rauheitshöhe  
=  $d_{90}$  bei geschütteten Steinen = 0,3 m

$I_E$  = Gefälle

$g$  = Erdbeschleunigung

$\lambda$  = Widerstandsbeiwert

Mit dieser Formel wurden die in dem Raugerinne entstehenden Fließgeschwindigkeiten sowie die sich einstellenden Wasserspiegel für verschiedene Durchflüsse berechnet. Im Gegensatz zu den Berechnungen der FAA sind bei der Berechnung des Raugerinnes die Unter- und Oberwasserstände nicht maßgebend. Entscheidend ist hierbei viel mehr das gewählte hydraulische Querprofil.

Wie bereits bei der Vorbemessung der FAA mussten auch für die Vorbemessungen des Raugerinnes einige Randbedingungen festgelegt werden

1. Aufgrund der Ausuferungen wurde generell auf die Ermittlung der Wasserstände ab einem Durchflussereignis von HQ25 verzichtet (Abschnitt 3.6.3).
2. Bei den Varianten der Raugerinne mit und ohne Störsteine wird eine Einengung der aufgeweiteten Gewässerprofile unterhalb der Brücke Wandseredder erforderlich werden, um hier die notwendigen Wasserstände zum Funktionieren der ökologischen Durchgängigkeit zu gewährleisten (vgl. Tabelle 3-10).

### 3.6.3.2 Berechnungen und deren Ergebnisse

Nach der Festlegung der Randbedingungen ist in der ersten Berechnung ein Profil berechnet worden, das die Mindestanforderungen an ein Raugerinne erfüllt (Profil 1 siehe Abbildung 3.30). Im Ergebnis der Auswertung der Wasserstände dieses Berechnungsprofiles wurde ersichtlich, dass der geforderte Mindestwasserstand von 0,45 m bei MQ bei weitem nicht eingehalten werden kann (Tabelle 3-13).

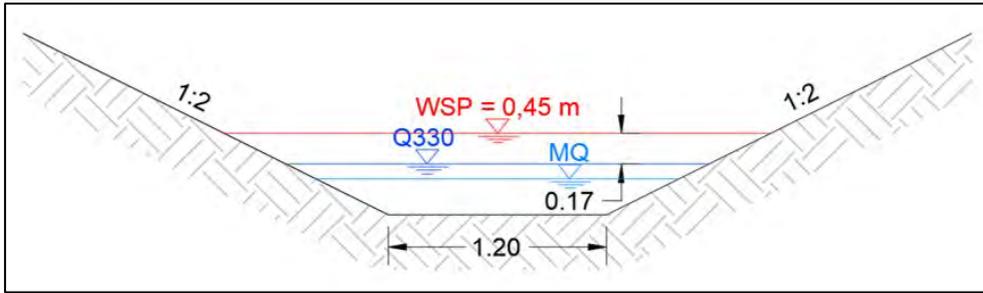


Abbildung 3-30: Raugerinne-Planprofil 1 mit 1,2 m breiter Sohle ohne Berme

Im zweiten Schritt wurde daher das hydraulische Profil um eine Berme ergänzt und die Böschungen von 1:2 auf 1:1 in der Niedrigwasserrinne steiler gestaltet (Profil 2 siehe Abbildung 3.31). Jedoch konnten auch mit diesem Profil die Bemessungswasserstände nicht erreicht werden (Tabelle 3-13).

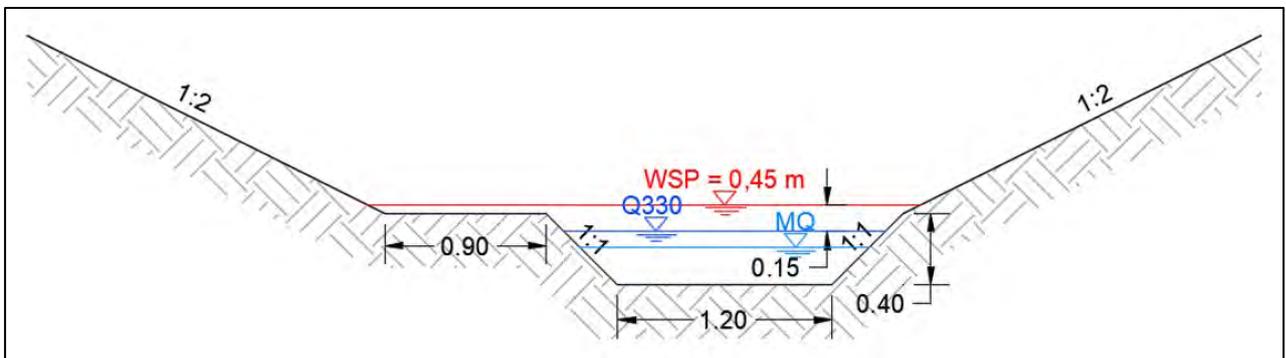


Abbildung 3-31: Raugerinne-Planprofil 2 mit 1,2 m breiter Sohle mit Berme

Im dritten Schritt wurde die Sohlbreite entsprechend der nach DWA einzuhaltenden Mindestbreite von 9 x der Dicke des dicksten Bemessungsfisches im Wanderkorridor herabgesetzt. Demnach ergibt sich unter Beachtung des Hechtes eine Mindestsohlenbreite von 0,9 m (9 x 0,1 m) (Profil 3 siehe Abbildung 3.32). Doch auch bei diesem Profil sind die Bemessungswerte nicht erreicht worden.

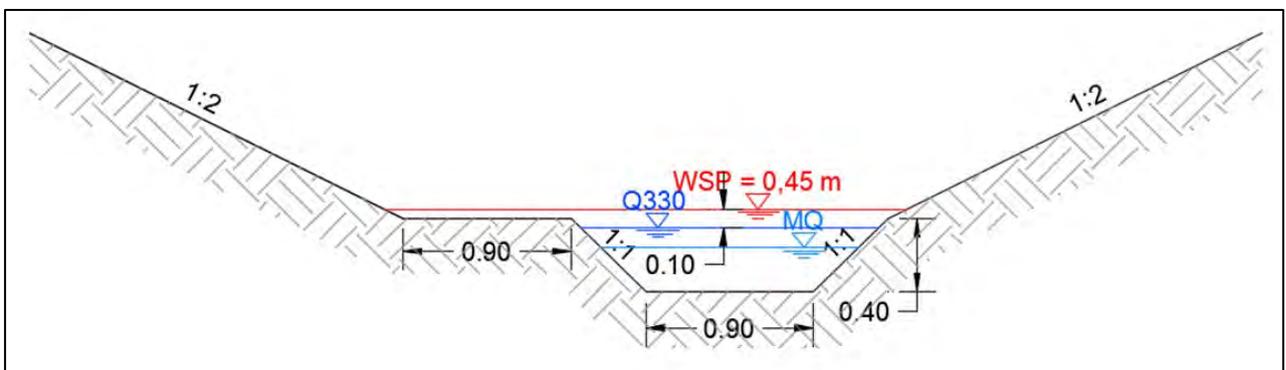


Abbildung 3-32: Raugerinne-Planprofil 3 mit 0,9 m breiter Sohle mit Berme

Im letzten Schritt wurde das hydraulische Profil ermittelt, bei dem sich der Bemessungswasserstand ab MQ einstellt (Profil 4 siehe Abbildung 3.33). Im Ergebnis ergab sich ein Profil mit einer Sohlbreite von 0,20 m mit steilen Böschungen von 1:1, welches noch nicht einmal annähernd die Mindestanforderungen zur Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit erfüllt. Selbst wenn der Zielwasserstand von 0,45 m auf die Mindestwassertiefe im Wanderkorridor von FAA auf  $\geq 0,3$  m herabgesetzt wird (Tabelle 3-7), können die Raugerinne die erforderlichen Grenzwerte ab MQ-Ereignissen nicht erfüllen.

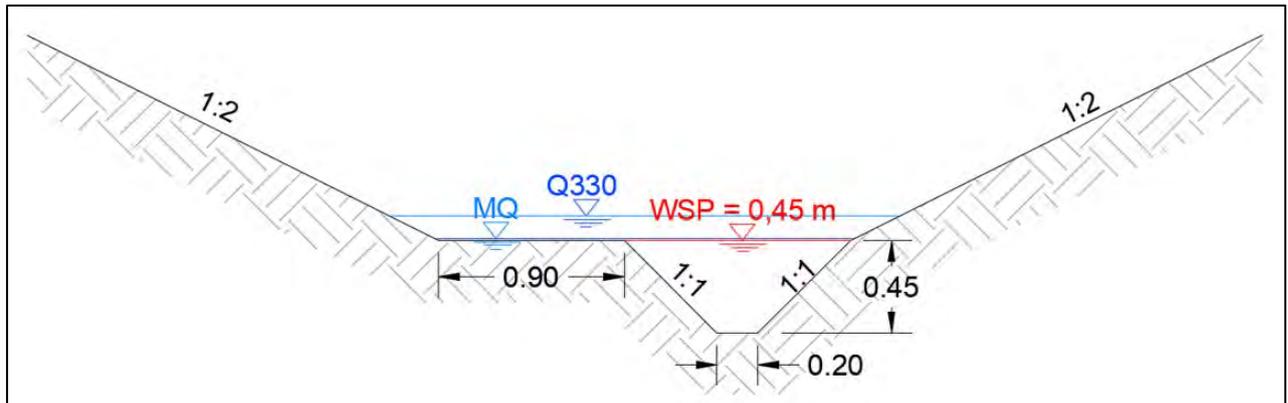


Abbildung 3-33: Raugerinne-Planprofil 4 mit der Darstellung des notwendigen hydraulischen Querprofils zur Erreichung des Bemessungswasserstandes von 0,45 m

Tabelle 3-19: Sich einstellende Plan-Wasserstände für verschiedene hydraulische Plan-Querprofile des Raugerinnes sowie für verschiedene Durchflussereignisse; Planwasserstände in [m] über der Plan-Sohle; rot gekennzeichnet sind die Wasserstände, welche unter der minimalen Wassertiefe von  $heff,bem = 0,45$  m liegen

Durchflussereignis		Profil 1	Profil 2	Profil 3	Profil 4
	[m³/s]	[m]	[m]	[m]	[m]
MNQ	0,031	0,08	0,08	0,10	0,21
Q30	0,051	0,11	0,11	0,12	0,26
MQ	0,194	0,20	0,21	0,24	0,46
Q330	0,399	0,28	0,30	0,35	0,57

Für die Berechnungsergebnisse der Profile 1 und 2 ist im Folgenden der Vergleich mit dem Grenzwert (Tabelle 3-18) und die daraus resultierende Selektion der Fischfauna dargestellt. Deutlich wird, dass eine Selektion aller Fischarten bis MQ stattfindet (Tabelle 3-20). Ab Q330 ist das Gewässerprofil für einen Großteil der Fischarten, besonders für die hochrückigen Arten, weiterhin nicht durchgängig.

Tabelle 3-20: Berechnungsergebnisse der Wassertiefen der Variante B (Sohlgleite) nach dem Fließgesetz von DARCY und der Vergleich mit den Grenzwerten nach DWA-M 509, Tabelle 29

	Berechnungswert	Grenzwerte	Selektion
Wassertiefe Q <sub>30</sub>	0,11 m	0,45 m	von allen Arten
Wassertiefe MQ	0,20 m	0,45 m	von allen Arten
Wassertiefe Q <sub>330</sub>	0,28 m	0,45 m	von Plötze, Schleie, Hecht, Flussbarsch

Im Fazit lässt sich das Raugerinne in allen Varianten unter der Maßgabe der Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit hydraulisch nicht umsetzen. Grund hierfür sind die geringen Durchflusswerte der Wandse. In der Variantendiskussion wird die Variante B also nicht weiter betrachtet. Auch die Kostenschätzungen können für diese Variante entfallen.

### 3.6.3.3 Bauliche Ausführung

Unter Einhaltung der Gestaltungskriterien (Gefälle  $\leq 1:100$ , max. Raugerinnelänge von 25 m) sind für alle vier Brückenvarianten zum Abbau des rund 1 m großen Sohlsprungs mehrere Sohlgleitenabschnitte mit dazwischen befindlichen Ruhezonon (Sohlgefälle 0 %) notwendig.

Der Schichtaufbau für ein Raugerinne ergibt sich analog zum Schichtaufbau einer FAA, nur ohne die Riegel und Störsteine (Abschnitt 7). Für den erforderlichen Bodenaustausch, Baugrubenböschungen und die Wasserhaltung gilt ebenfalls das Gleiche wie für die FAA (Kapitel 3.6.2.3).

### 3.6.3.4 Biotopbetroffenheiten

Diese Varianten des Raugerinnes besitzen eine Gesamtlänge zwischen 93 und 136 m und verursachen eine Flächenbetroffenheit der vorhandenen Quell-, Wald- und Gewässerbiotope. Die Betroffenheiten wurden unter Berücksichtigung des für die Herstellung des Raugerinnes erforderlichen Bauraumes inkl. der Zuwegungen ermittelt und sind in Tabelle 3-21 für die vier Brückenvarianten dargestellt. Die für den Bau der Brücke erforderlichen Baugruben und Zuwegungen sind hier noch nicht enthalten.

Tabelle 3-21: Betroffenheit der Quell-, Wald- und Gewässerbiotope der Variante B

Brückenvariante	Biotopbetroffenheiten [m <sup>2</sup> ]		
	Quellbiotop	Waldbiotop	Gewässerbiotop
Brückenvariante 1.1.	32	1.346	620
Brückenvariante 1.2.	20	1.294	620
Brückenvariante 2.	81	1.804	874
Brückenvariante 3.	68	1.843	874

Im Vergleich zur Variante A (Kapitel 3.6.2, Tabelle 3-17) wird deutlich, dass bei der Variante B die Betroffenheiten des Wald- und Gewässerbiotops deutlich größer sind. Maßgebend für die Gewässerbetroffenheit ist die größere räumliche Ausdehnung des Maßnahmenbereichs im und am Gewässer. Das Waldbiotop ist durch Gewässeranpassungen, sowie Bauzuwegungen betroffen.

Die Betroffenheit des Quellbiotops ist bei den beiden Maßnahmenvarianten A und B annähernd gleich. Sie ergibt sich hauptsächlich aus der Flächeninanspruchnahme durch das neue Brückenbauwerk.

Die Variante 1.2 stellt sich hierbei als die günstigste in Bezug auf die Biotopbetroffenheiten heraus.

## 3.6.4 Variante C: Raugerinne mit Störsteinen

### 3.6.4.1 Grundlagen und Bemessungsparameter

Raugerinne können mit und ohne Störsteine hergestellt werden. Die Grundlagen zu den Raugerinnen wurden bereits im vorangegangenen Kapitel erläutert. Sie gelten auch für Raugerinne mit Störsteinen, sodass in diesem Kapitel lediglich auf die Besonderheiten der Raugerinne mit Störsteinen eingegangen wird.

Ein Raugerinne mit Störsteinen hat im Gegensatz zu einem Raugerinne ohne Störsteine folgende Vorteile:

- Störsteine erzeugen höhere Wasserstände in der Anlage
- in Zusammenhang mit den unregelmäßigen Konturen der Störsteine Ausbildung eines abwechslungsreichen Strömungsbildes
- eine höhere Sohlenrauheit bewirkt verminderte Fließgeschwindigkeiten nahe der Sohle, was den schwimmschwachen Arten zugutekommt

Als Nachteil ist dagegen die höhere Turbulenzbildung zu nennen.

Der Schichtaufbau für ein Raugerinne mit Störsteinen stellt sich analog zum Schichtaufbau einer FAA, nur ohne die Riegel, dar. Für den erforderlichen Bodenaustausch, Baugrubenböschungen und die Wasserhaltung gilt ebenfalls das Gleiche wie für die FAA (Kapitel 3.6.2.3)

Für die Dimensionierung des Plangerinnes wurde eine Anordnung der Steine von 2 und 1 gewählt (Abbildung 3.32).

Damit sich die Fauna zwischenzeitlich erholen kann, sollten sich, analog zum Raugerinne ohne Störsteine, Fließstrecken mit hohem Gefälle mit Fließstrecken ohne Gefälle und eingetiefter Sohle abwechseln.

Für die Funktionsgewährleistung sind, wie bereits bei der FAA und dem Raugerinne ohne Störsteine, Grenzwerte durch die DWA-M 509 (2014) vorgegeben, welche einzuhalten sind. Sie werden anhand der Bemessungsfische der Wandse (Hecht und Schleie) ermittelt (Tabelle 3-22).

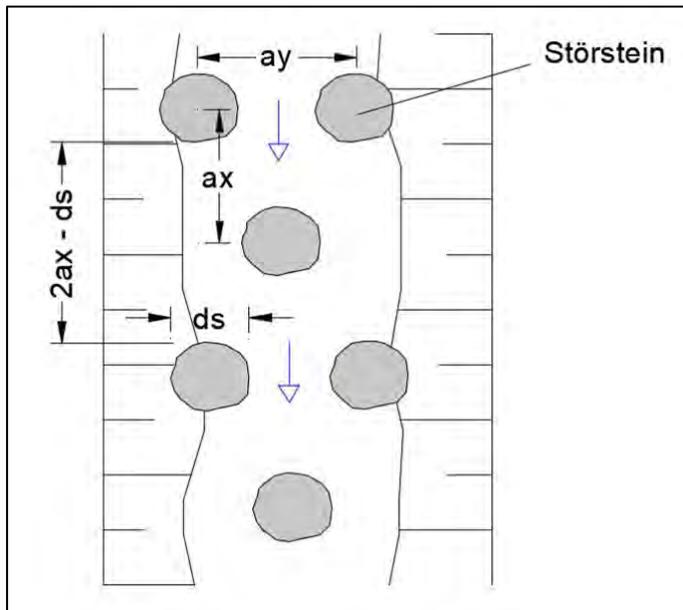


Abbildung 3-34: Prinzipdarstellung Raugerinne mit Störsteinen im Grundriss (nach DWA); für Begriffserklärung vgl. Tabelle 3-22

Tabelle 3-22: Geometrische Grenzwerte nach DWA-M 509 (2014; Kapitel 7.5) und Planwerte für die Bemessung des Raugerinnes mit Störsteinen mit dem Hecht sowie der Schleie als Bemessungsfisch

Parameter	Grenzwert	Planwert
Steingröße $d_s$	$d_s \geq 0,6 \text{ m}$	$d_s = 0,7 \text{ m}$
Steinabstand in Fließrichtung $a_x$	$2a_x - d_s \geq 3 \times L_{\text{Fisch}}$ $L_{\text{Fisch, Hecht}} = 1 \text{ m}$ , $a_x \geq 1,85 \text{ m}$	$a_x = 1,9 \text{ m}$
Steinabstand quer zur Fließrichtung $a_y$	$a_y > 0,9 \times a_x$	$a_y = 1,7 \text{ m}$
Sohlbreite $b_{So}$	$b_{So} = a_y$	$b_{So} = 1,7 \text{ m}$
minimaler lichter Steinabstand quer zur Fließrichtung	1,0 m für den Hecht	1,0 m
zulässige mittlere Fließgeschwindigkeit	$v_{m,bem} = 1,15 \text{ m/s}$	$v_{m,bem} = 1,15 \text{ m/s}$
minimale Wassertiefe	$h_{eff,bem} = 0,50 \text{ m}$	0,50 m
Korrekturbeiwert $k_s$ für umströmte zylinderförmige, runde Störsteine	0,6	0,6
Sohlgefälle $I$	$I \leq 1:30$	$I = 1,5\% / I = 1,0\%$

Unter Einhaltung der Gestaltungskriterien und unter Beachtung einer Maximallänge des Raugerinnes von 25 m sind in allen Varianten zum Abbau des 1 m hohen Sohlspurses mehrere Raugerinne mit dazwischen befindlichen Ruhezonnen (Sohlgefälle 0 %) notwendig (Abschnitt 7).

Die Berechnung und Dimensionierung des Raugerinnes erfolgt, wie bei dem Raugerinne ohne Einbauten, für die relevanten Durchflüsse mit Hilfe des Fließgesetzes nach DARCY (Kapitel 3.6.3.1). Es gelten die gleichen Randbedingungen wie für die Vorbemessung der Raugerinne ohne Störsteine (Kapitel 3.6.3.1).

### 3.6.4.2 Berechnungsergebnisse

Unter Beachtung der Randbedingungen sowie der gegebenen Grenzwerte (Tabelle 3-22) wurden die Wasserstände für das hydraulische Planprofil (Abbildung 3.35) für ein Raugerinne mit einem Gefälle von 1,0 % und 1,5 % berechnet. Im Ergebnis (Tabelle 3-23) wird ersichtlich, dass auch bei dem Raugerinne mit Störsteinen die erforderliche Wassertiefe von 0,5 m in den beiden Planprofilen mit rund 30 cm bei einem MQ-Ereignis noch nicht einmal annähernd erreicht werden.

Im Fazit lässt sich daher auch das Raugerinne mit Störsteinen unter der Maßgabe der Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit hydraulisch nicht umsetzen. Auch hierfür sind als Grund die geringen Durchflusswerte der Wandse zu nennen.

In der Variantendiskussion wird die Variante C also ebenfalls nicht weiter betrachtet. Auch die Kostenschätzungen können für diese Variante entfallen.

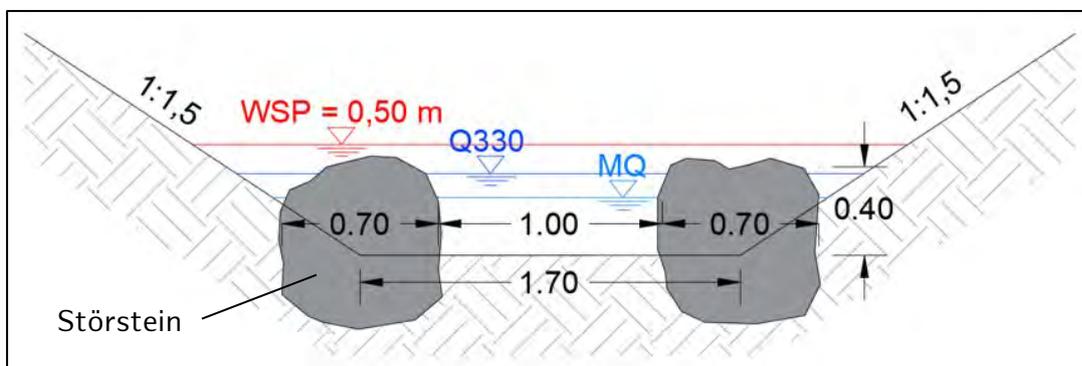


Abbildung 3-35: Planprofil für ein Raugerinne mit Störsteinen

Tabelle 3-23: Sich einstellende Plan-Wasserstände für das geplante, hydraulische Querprofil des Raugerinnes mit Störsteinen sowie für verschiedene Durchflussereignisse und Sohlgefälle; Planwasserstände in [m] über der Plan-Sohle; rot gekennzeichnet sind die Wasserstände, welche unter der minimalen Wassertiefe von  $h_{eff,bem} = 0,50$  m liegen

Durchflussereignis		Sohlgleite mit 1,5 % Gefälle	Sohlgleite mit 1,0 % Gefälle
	[m <sup>3</sup> /s]	[m]	[m]
MNQ	0,031	0,11	0,12
Q30	0,051	0,14	0,15
MQ	0,194	0,26	0,28
Q330	0,399	0,37	0,41

### 3.6.4.3 Biotopbetroffenheiten

Die Biotopbetroffenheiten sind auf Grund der gleichen Gesamtlänge des Raugerinnes identisch mit der Variante B (Kapitel 3.6.3.4).

### 3.6.4.4 Variante D: Gefälleabbau unterhalb der Brücke Wandseredder

Als weitere Variante sollte untersucht werden, ob auch ein Gefälleabbau ausschließlich unterhalb der Brücke möglich ist. Zur Prüfung dieser Möglichkeit wurde die bevorzugte

Brückenvariante 1.2 angesetzt (Brückenneubau oberhalb der vorhandenen Brücke; Abbildung 3.36). Maßgebend ist auch bei dieser Variante die Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit für ein möglichst breites Artenspektrum. Um das zu gewährleisten, ist für den Gefälleabbau eine FAA entsprechend der Variante A gewählt worden, welche pro Riegel 6,0 cm Wasserspiegelhöhe abbaut und eine durchschnittliche Beckenlänge von 5,0 m besitzt. Daraus ergibt sich ein durchschnittliches Gefälle von 1,2 %. Der Gefälleabbau sollte erst ab etwa 2 m unterhalb des neuen Brückenstandortes starten, um im Brückenbereich 0 % Sohlgefälle für die wandernde Fauna gewährleisten zu können. Die entsprechend den Parametern festgelegte Plansohle wurde in den skizzenhaften Längsschnitt (Abbildung 3.34) eingezeichnet. Folgende Erkenntnisse können aus dem Plan-/ Ist-Vergleich gezogen werden:

- Selbst ca. 87 m unterhalb des neuen Brückenstandortes (Ende des Vermessungsgebietes am Pegel „Am hohen Hause“) schneidet die Plansohle die vorhandene Sohle noch nicht. Würde hier eine FAA hergestellt werden, wäre diese > 87 m (im Vergleich: Längenausdehnung Variante 1.2. A inklusive Brückenbereich ca. 70 m) und würde entsprechend mehr als 18 Steinriegel zum Gefälleabbau besitzen.
- Die Sohle müsste auf längerer Strecke um einen Betrag zwischen 0,6 und 0,7 m angehoben werden. Im Bereich der Lackfabrik würde die Sohle sogar um 0,7 bis 1,1 m erhöht werden müssen. Dies würde Sicherungsmaßnahmen der Fundamente bzw. Wände der Lackfabrikgebäude nach sich ziehen, um das Gebäude vor Wasserangriff (Ausspülungen, Vernässung etc.), insbesondere bei Hochwasserereignissen, zu schützen. So müsste entlang der Fabrik eine mindestens 40 m lange Spundwand hergestellt werden, was den Einsatz schwerer Technik bedürfte.
- Wahrscheinlich kommt es durch die weitläufigen Sohlanhebungen zur Verschärfung der Überschwemmungen infolge von Hochwasserereignissen, welche unbedingt zu vermeiden sind.
- Von der linken Gewässerseite könnte nicht gearbeitet werden, da hier das schwermetallbelastete Fabrikgelände mit seinen Gebäuden an das Gewässer grenzt. Von der rechten Gewässerseite ist ein sehr dichter Vegetationsbestand vorhanden, welcher auf der gesamten Maßnahmenlänge zur Herstellung einer Baustraße/ Fahrtrasse und zur Herstellung von Baufreiheit auf einer Breite von mindestens 5 m gefällt werden müsste. Das hätte ebenfalls enorme Auswirkungen auf die im Bestand lebende Fauna.
- Zur Profilierung des Plangerinnes (Sohlanhebungen) auf einer langen Strecke müssten große Mengen an Erd- und Sohlmaterial angefahren und eingebaut werden.

Im Fazit wird dringend von dieser Variante abgeraten. Sie weist gegenüber den anderen Varianten deutlich mehr Nachteile und Probleme auf, sodass auf sie im Folgenden nicht weiter eingegangen wird



### 3.6.5 Variante 0: Brückenneubau ohne und mit Sohlanpassungen oberhalb der Brücke

Die Variante 0 untersucht die Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit ohne die Vorsehung eines Bauwerks im Gewässer. Im Rahmen dieser Variante sind zwei verschiedene Hauptvarianten untersucht worden: Zum einen soll abgeschätzt werden, was passiert, wenn lediglich die Brücke neugebaut wird, es aber zu keinen weiteren Maßnahmen im Gewässerbereich kommt (Variante 0). Zum anderen ist zu untersuchen, ob der Sohl-sprung durch ein definiertes konstantes Sohlgefälle abzubauen ist. Hierfür wurden drei Varianten mit verschiedenen großen Sohlgefällen untersucht (Variante 0.1, 0.2 und 0.3). Eine Übersicht der Variante 0 mit ihrem Untervarianten bietet die Tabelle 3-24. Diese Variantenbezeichnungen werden in den folgenden Betrachtungen und Diskussionen verwendet.

Tabelle 3-24: Untergliederung der Variante 0

Variante	Kürzel	Kurzbeschreibung
Variante 0	<b>V0</b>	Brückenneubau ohne Eingriff in die Gewässersohle
Variante 0.1	<b>V0.1</b>	Sohlanpassung mit einem Gefälle von 0,3 %
Variante 0.2	<b>V0.2</b>	Sohlanpassung mit einem Gefälle von 0,5 %
Variante 0.3	<b>V0.3</b>	Sohlanpassung mit einem Gefälle von 1,0 %

Die Variante 0 wird nur theoretisch diskutiert (Kapitel 3.6.6.1). Die Varianten 0.1 bis 0.3 wurden hinsichtlich sich einstellender Fließgeschwindigkeiten, Wasserstände und Biotop-betroffenheiten (für jeweils alle vier Brückenvarianten) vorbemessen. Dafür sind folgende Berechnungsgrundlagen, Grenzwerte und Eingangsdaten zu Grunde gelegt worden:

#### **Berechnungsgrundlage**

Für die Berechnung von Wassertiefe und Fließgeschwindigkeit eines Fließgewässerprofils wurden für die relevanten Durchflusssituationen MQ, Q30 und Q330 die unter Kapitel 2.14 genannten hydrologischen Vorgaben verwendet. Allen Berechnungen liegt das Fließ-gesetz nach MANNING/STRICKLER zu Grunde, da hiermit die Rauigkeit naturnaher Ge-wässer am besten erfasst werden kann.

$$Q = k_{St} \cdot \sqrt{I_E} \cdot r_{hy}^{2/3} \cdot A$$

$$\text{mit } k_{St} = \text{STRICKLER – Beiwert (Geschwindigkeitsbeiwert)} \left[ \frac{m^{1/3}}{s} \right]$$

$$\text{mit } k_{St} = \text{Rauhigkeitsbeiwert } [m^{1/3}/s]$$

$$I_E = \text{Sohlgefälle } [-]$$

$$r_{hy} = \frac{A}{U} = \text{hydraulischer Radius} = \text{durchflossener Querschnitt} / \text{benetzter Um-}$$

fang

Die Berechnung der mittleren Fließgeschwindigkeit in offenen Gerinnen basiert auf der Kontinuitätsgleichung.

$$Q = v \cdot A$$

mit  $Q = \text{Durchfluss [m}^3/\text{s]}$

$v = \text{mittlere Fließgeschwindigkeit [m/s]}$

$A = \text{durchflossener Querschnitt [m}^2\text{]}$

### **Grenzwerte**

Vor dem Hintergrund der Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit müssen für die Ermittlung eines Fließgewässerprofils fundierte, geometrische Grenzwerte eingehalten werden. Sie kommen insbesondere dann zum Einsatz, wenn sich unter dem Aspekt der ökologischen Durchgängigkeit die Bedingungen für die zu betrachtende Ichthyofauna verschlechtert. Bei der Wandse, welche im weiteren Betrachtungsraum ein durchschnittliches Sohlgefälle von 0,22 % aufweist, stellt ein plötzlicher Gefälleabbau von  $\geq 0,5 \%$  solch eine Verschlechterung dar. In solchen Bereichen müssen die Fische viel größere Kraftanstrengungen aufwenden, um das Gefälle überwinden zu können. Die Einhaltung der artenspezifischen Grenzwerte stellt sicher, dass alle potentiell und natürlich in einem Gewässer vorkommenden Fischarten diese Kraftanstrengungen aufwenden und damit das Hindernis (in diesem Fall ein erhöhtes Sohlgefälle) überwinden können. Hierzu werden die geometrischen Grenzwerte der DWA-M 509 (Tabelle 29) eines Raugerinnes verwendet. Diese orientieren sich an den Körpergrößen adulter Fischexemplare der größten zu berücksichtigenden Fischart. Die Grenzwerte verstehen sich als Mindestanforderung für die Ausbildung eines Fließgewässerprofils. Ein Unterschreiten der Grenzwerte führt zu einer Beeinträchtigung der ökologischen Durchgängigkeit und zu einer Selektion von bestimmten Fischarten. (DWA-M 509)

Die Grenzwerte sind auf der Grundlage des beobachteten bzw. untersuchten Schwimmverhaltens entstanden. Fische wandern bevorzugt im freien Wasser eines Fließgewässers. Für eine sichere Wanderung benötigen die Fische in der Regel einen ausreichend großen Wasserstand, welcher genügend Abstand zur Gewässersohle und zur Wasseroberfläche gewährleistet, denn die Fische

- dürfen sich beim Wandern keine Verletzungen zuziehen,
- müssen vorhandene Hindernisse überwinden können,
- müssen vor Fressfeinden sicher sein und
- müssen in der Lage sein mit ihrer artspezifischen Schwimmleistung gegen die Strömung schwimmen zu können.

Die in Tabelle 3-25 aufgeführten Grenzwerte werden analog zur Variante B (Raugerinne ohne Störsteine, Abschnitt 3.6.3) für die Gestaltung eines naturnahen Fließgewässerprofils angesetzt und definieren maßgeblich das zu erreichende Planprofil mit der notwendigen Sohlbreite und Wassertiefe sowie die zulässige mittlere Fließgeschwindigkeit, die im Gewässerprofil vorherrschen darf. Diese Grenzwerte entstammen der DWA-M 509 und können auch dem Abschnitt 3.6.3 entnommen werden.

Tabelle 3-25: Geometrische Grenzwerte für die Bemessung eines Raugerinnes oder eines naturnahen Gewässerprofils mit dem Hecht sowie der Schleie als Bemessungsfisch nach DWA-M 509, Tabelle 29 (2014)

Parameter	Grenzwert
zulässige mittlere Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor bei einer Raugerinne-Länge von 10 bis 25 m	$v_{m,bem} = 1,1 \text{ m/s}$
minimale Wassertiefe	$h_{eff,bem} = 0,45 \text{ m}$
minimale Sohlenbreite	$b_{bem} = 1,2 \text{ m}$

In der Tabelle 3-26 sind für ausgewählte Zielfischarten der Wandse die artspezifischen Mindestwassertiefen eines Wanderkorridors nach DWA-M 509 aufgeführt. Können diese Wassertiefen in einem Gewässerprofil nicht erreicht werden, bleibt den jeweiligen Fischen das Wandern im Gewässer verwehrt.

Tabelle 3-26: Relevante Mindestwassertiefen für die Gewässerdimensionierung für ausgewählte Zielfischarten der Wandse nach DWA-M 509, Tabelle 16 (2014)

Art	Mindestwassertiefe (m)
Bachforelle	0,24
Flussbarsch	0,31
Plötze	0,32
Hecht	0,35
Schleie	0,39

### **Eingangsdaten für das Gewässerprofil**

Für die Berechnung der Wasserstände wurde neben der Mindestsohlbreite von 1,20 m eine Böschungsneigung von 1:1,5 angenommen, welche sich aus der maximal möglichen Steigung bzw. den örtlichen Gegebenheiten ergibt. Die Rauheit bei MNQ, MQ, Q30 und Q330 wurde mit  $20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  angesetzt.

**Im Folgenden werden die Untervarianten der Variante 0 beschrieben.**

#### **3.6.5.1 Variante 0**

Als Variante 0 (V0) soll untersucht werden, wie sich die Sohle der Wandse verhalten würde, wenn lediglich die Brücke neu gebaut wird (mit ersatzlosem Rückbau des Sohlsprunges), und keine weiteren Maßnahmen zur Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit umgesetzt werden. Hierbei stellt sich die Frage, ob sich die ökologische Durchgängigkeit durch strömungsbeeinflusste Umlagerung von Sohlsubstrat auf natürlichem Wege nach einiger Zeit von selbst einstellt bzw. ob die Gewässersohle unterhalb der Brücke sich der bestehenden Sohlhöhe der Wandse unterhalb der Brücke irgendwann anpasst. Generell sind 2 Szenarien möglich:

### **1. Szenario:**

Es kommt zu fortschreitenden, unkontrollierten Sohlerosionen entgegen der Fließrichtung. Dadurch könnten eine Vielzahl von negativen Folgen eintreten (Abbildung 3.37 & Abbildung 3.38):

- unkontrollierte Grundwasserspiegelabsenkungen durch Wasserstandsabsenkungen im anliegenden Biotop
- Mobilisierung von in der Sohle gebundenen Schadstoffen in Fließrichtung
- Bildung von Erosionsrinnen, welche sich immer weiter in die Sohle einarbeiten → dies kann zu Böschungsabbrüchen führen
- unkontrollierte Sedimentationsprozesse unterhalb der Brücke Wandseredder, wodurch Hochwasserereignisse verschärft werden können
- durch fortschreitende Erosionen bzw. Sohlvertiefungen verschlechtert sich die Verzahnung zwischen Gewässer und Umland
- die Sohle könnte sich auf natürlichen Wegen nicht gleichmäßig, sondern in nicht ökologisch durchgängigen Stufen abbauen

Im Fazit ist die Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit mit der Zeit im ersten Szenario nicht ausgeschlossen. Jedoch entstehen hierbei zu viele unkontrollierte Randbedingungen.

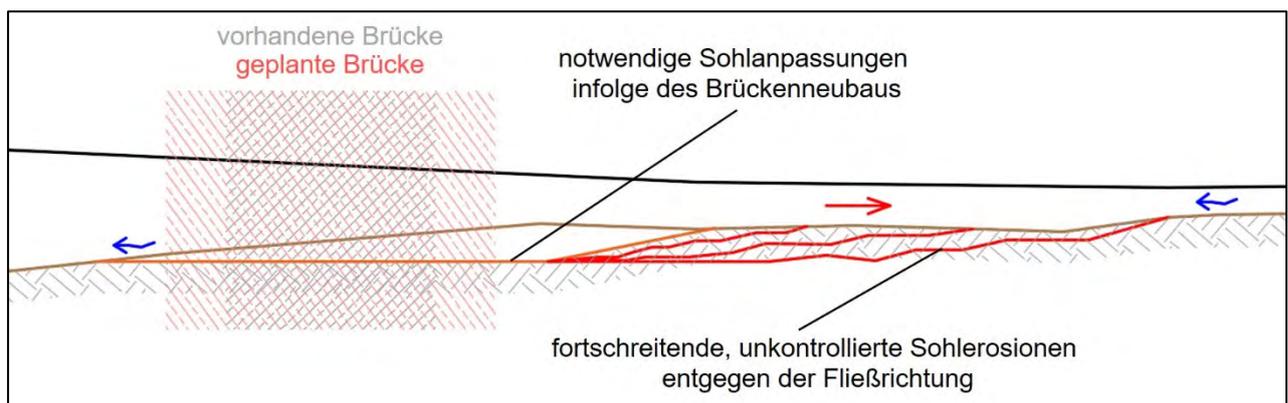


Abbildung 3-37: Prinzipdarstellung der Sohlerosion des 1. Szenario im Längsschnitt

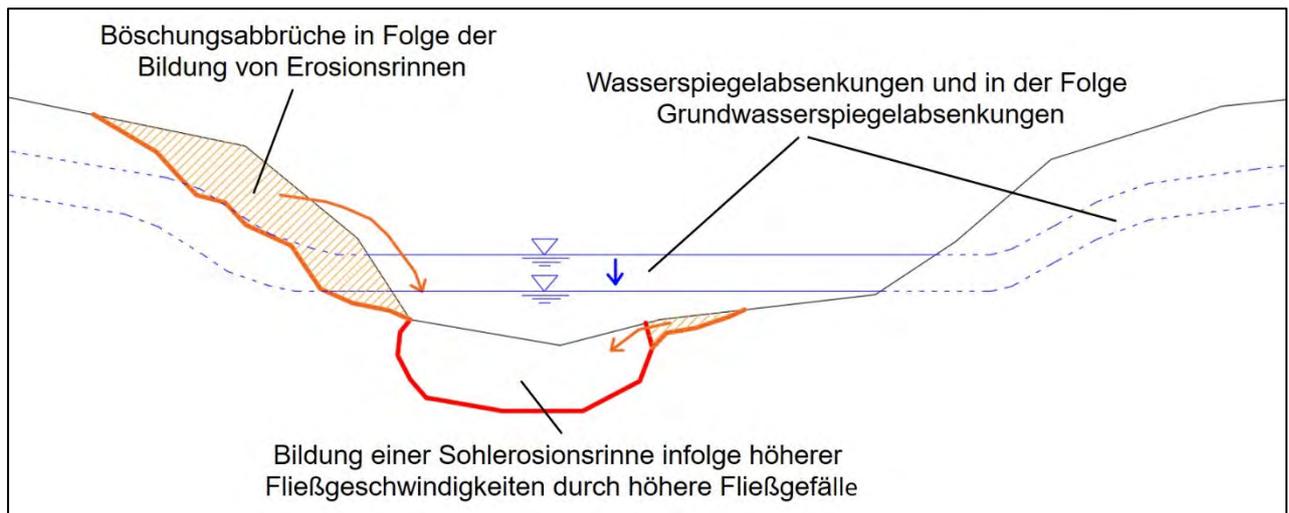


Abbildung 3-38: Prinzipdarstellung der Sohlerosion des 1. Szenario im Querprofil

## 2. Szenario:

Die vorhandenen Muddeschichten sind so stabil, dass der durch den Brückenbau erzeugte Sohl sprung bestehen bleibt und die ökologische Durchgängigkeit damit nicht erreicht werden kann (Abbildung 3.39).

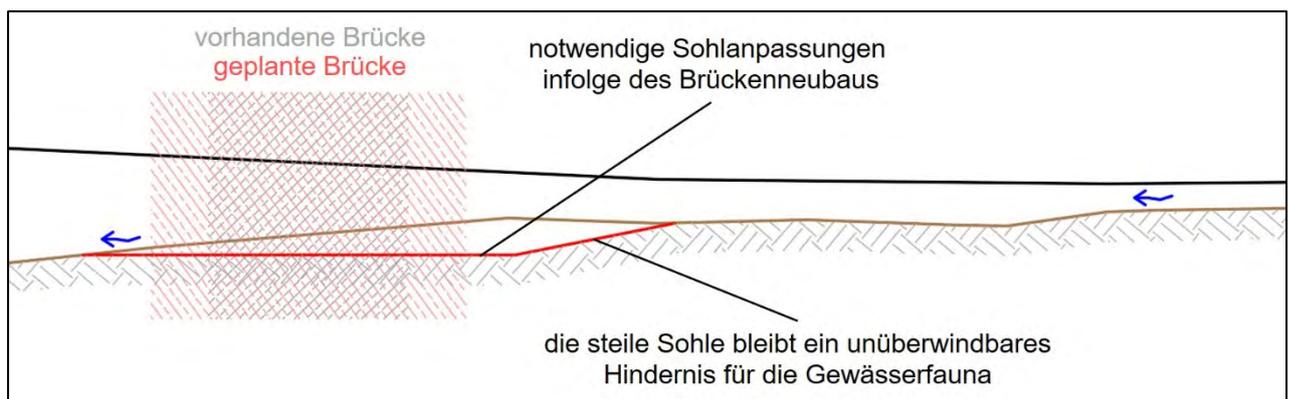


Abbildung 3-39: Prinzipdarstellung der Sohlerosion des 2. Szenario im Längsschnitt

Weil die Randbedingungen beider Szenarien dieser Variante nicht kontrollierbar sind und die Erfolgchancen zu ungewiss, wurden sie verworfen und werden im Folgenden nicht weiterverfolgt.

### 3.6.5.2 Variante 0.1

In der Variante 0.1 ist zu untersuchen, wie der Höhensprung von 1,0 m mit einem konstanten Sohlgefälle von 0,3 % vom jetzigen Sohlrampenfuß beginnend entgegen der Fließrichtung abgebaut werden kann. Generell bedeutet das, einen Sohl abtrag innerhalb des Gewässerkörpers der Wandse auf rund 550 m oberhalb der Brücke. Ziel ist es, mit der Herstellung eines natürlichen Sohlgefälles von 0,3 %, neben der ökologischen Durchgängigkeit für Fische und Makrozoobenthos, auch die Durchgängigkeit für den Transport von Sedimenten und damit die natürliche Morphodynamik gemäß Wasserrahmenrichtlinie wie-

derherzustellen. Dabei wird angenommen, dass sich das natürliche Gewässerbett für die natürlich vorkommende Fauna mittelfristig einstellen wird.

Entsprechend den Berechnungen nach dem Fließgesetz von MANNING/STRICKLER ergeben sich für die Variante 0.1 die in der Tabelle 3-27 aufgeführten Wassertiefen und mittlere Fließgeschwindigkeiten. Rot markiert sind die Durchflussereignisse und Wassertiefen, bei denen die erforderlichen Grenzwerte nach Tabelle 3-25 und Tabelle 3-26 nicht eingehalten werden können. Es wird ersichtlich, dass bei dem Durchfluss Q30 keine ökologische Durchgängigkeit erreicht wird. Bei einem MQ werden hochrückige Fischarten selektiert. Die Durchgängigkeit für die Bachforelle und für kleinere Arten ist bei einem MQ jedoch gegeben. Die notwendige Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit kann hier also selektiv gewährleistet werden.

Tabelle 3-27: Darstellung der Wassertiefen und mittleren Fließgeschwindigkeiten bei einem Sohlgefälle von 0,3 %

	Berechnungswert	Grenzwerte	Selektion
Wassertiefe Q <sub>30</sub>	0,16 m	0,45 m	von allen Arten
Wassertiefe MQ	0,34 m	0,45 m	von Hecht und Schleie
Wassertiefe Q <sub>330</sub>	0,50 m	0,45 m	keine
mittlere Fließgeschw. Q <sub>30</sub>	0,22 m/s	1,10 m/s	keine
mittlere Fließgeschw. MQ	0,33 m/s	1,10 m/s	keine
mittlere Fließgeschw. Q <sub>330</sub>	0,41 m/s	1,10 m/s	keine

Die Variante verursacht ebenfalls eine große Flächenbetroffenheit der vorhandenen Quell-, Wald- und Gewässerbiotope. Die Betroffenheiten wurden unter Berücksichtigung des für die Herstellung eines konstanten Sohlgefälles erforderlichen Bauraumes inkl. der Zuwegungen ermittelt und sind in Tabelle 3.22 für die vier Brückenvarianten dargestellt. Im Vergleich zur Variante A (FAA, Kapitel 3.6.2, Tabelle 3.11) ist die Betroffenheiten des Wald- und Gewässerbiotops deutlich höher. Maßgebend ist dabei die erheblich größere räumliche Ausdehnung des Maßnahmenbereichs im und am Gewässer. Das Waldbiotop ist durch Gewässeranpassungen, sowie als Ablagerstätte von Baumschnitt und Totholz betroffen. Die Überschneidungen mit dem Quellbiotop sind annähernd gleich. Sie ergibt sich hauptsächlich aus der Flächeninanspruchnahme durch das neue Brückenbauwerk. Die für den Bau der Brücke erforderlichen Baugruben und Zuwegungen sind hier noch nicht enthalten.

Tabelle 3-28: Betroffenheit der Quell-, Wald- und Gewässerbiotope der Variante V0.1

Brückenvariante	Biotopbetroffenheiten [m <sup>2</sup> ]		
	Quellbiotop	Waldbiotop	Gewässerbiotop
Brückenvariante 1.1.	19	2.191	1.194
Brückenvariante 1.2.	14	2.044	1.194
Brückenvariante 2.	80	2.219	1.194
Brückenvariante 3.	69	2.174	1.194

Zusammenfassend ist die Gerinneausbildung mit einem konstanten Sohlgefälle von 0,3 % zwar möglich, aufgrund des hohen Schutzstatus der umgebenen Biotope, verbunden mit der erheblichen Betroffenheit des Gewässer- und Waldbiotops während des Bauablaufs, aber an dieser Stelle schwer umsetzbar (siehe unten). Das Nicht-Erreichen der notwendigen Wassertiefen führt zur Selektion von Fischarten.

### 3.6.5.3 Variante 0.2

Innerhalb der Variante 0.2 wurde untersucht, welche Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten sich im Gewässer bei einem kontinuierlichen Abbau des Höhensprunges von 1,0 m mit einem Sohlgefälle von 0,5 % vom jetzigen Sohlrampenfuß beginnend entgegen der Fließrichtung einstellen. Die Längsausdehnung im Gewässerbett würde rund 220 m betragen.

Wie der Tabelle 3-29 zu entnehmen ist (vgl. rot gekennzeichnete Werte), kann auch bei dieser Variante bei dem Durchfluss Q<sub>30</sub> die notwendige Wassertiefe und damit die notwendige ökologische Durchgängigkeit nicht erreicht werden. Bei einem MQ werden hochrückige Fischarten selektiert. Die ökologische Durchgängigkeit für die Bachforelle wird bei MQ nur knapp erreicht.

Tabelle 3-29: Darstellung der Wassertiefen und mittleren Fließgeschwindigkeiten bei einem Sohlgefälle von 0,5 %

	Berechnungswert	Grenzwerte	Selektion
Wassertiefe Q <sub>30</sub>	0,14 m	0,45 m	von allen Arten
Wassertiefe MQ	0,30 m	0,45 m	von Flussbarsch, Plötze, Hecht und Schleie
Wassertiefe Q <sub>330</sub>	0,45 m	0,45 m	keine
mittlere Fließgeschw. Q <sub>30</sub>	0,25 m/s	1,10 m/s	keine
mittlere Fließgeschw. MQ	0,39 m/s	1,10 m/s	keine
mittlere Fließgeschw. Q <sub>330</sub>	0,47 m/s	1,10 m/s	keine

Die Variante 0.2 der Gefälleausbildung verursacht unter Berücksichtigung der begrenzten Ausdehnung der Biotope an der Brücke Wandseredder die gleiche Flächenbetroffenheit der vorhandenen Quell-, Wald- und Gewässerbiotope wie die Variante 0.1 (Tabelle 3-28).

Von der Umsetzung der Gerinneausbildung mit einem konstanten Sohlgefälle von 0,5 % wird, aufgrund des erheblichen Eingriffs in die geschützten Biotope in Verbindung mit der gegenüber der Variante 0,1 noch stärkeren Selektion von Fischarten, abgeraten.

### 3.6.5.4 Variante 0.3

Bei dieser Variante wurde der Abbau des Höhensprunges von 1,0 m mit einem konstanten Sohlgefälle von 1,0 % beginnend ab dem geplanten, neuen Brückenfuß entgegen der Fließrichtung untersucht.

Der Abbau des Sohlgefälles mit einer Steigung von 1,0 % wurde bereits im Zuge der Betrachtungen der Variante B (Raugerinne ohne Störsteine; Kapitel 3.6.3) ausführlich dargestellt. So wie bei dem Raugerinne kann das Sohlgefälle unter Berücksichtigung der gesamten Ichthyofauna (hier insbesondere der schwimmschwachen Arten) nicht kontinuierlich abgebaut werden. Nach mindestens 25 m Gefälleabbau muss eine Ruhestrecke ohne Ge-

fälle eingeplant werden, sodass sich die Fauna von der Kraftanstrengung erholen kann. Demnach ergibt sich für ein Sohlgefälleabbau von 1,0 % die gleiche Ausdehnung wie für ein Raugerinne ohne Störsteine der Variante B. Dennoch werden für die Variante V0.3 ergänzende Erläuterungen aufgeführt und Vergleiche mit der Variante A und der Variante 0 aufgestellt.

Die Ergebnisse aus den Wassertiefen- und Fließgeschwindigkeitsberechnungen sind der Tabelle 3-30 zu entnehmen. Hier sind wieder diejenigen Durchflussereignisse und Wassertiefen rot markiert, bei denen die erforderlichen Grenzwerte nach Tabelle 3-25 und Tabelle 3-26 nicht eingehalten werden können und daher sehr stark selektiv auf die potentielle und bereits vorkommende Ichthyofauna wirken. Zum Vergleich sind die Wassertiefen der Variante B (Kapitel 3.6.3) in der Tabelle 3-31 aufgeführt und um die daraus entstehenden Fischselektionen ergänzt. Die Wassertiefen weichen nicht nennenswert voneinander ab. Aus den Tabellenwerten lässt sich erkennen, dass sowohl bei der Variante V0.3 als auch bei der Variante B keine ausreichenden Wassertiefen zur Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit der Wandse erreicht werden. Bis einschließlich eines MQ-Ereignisses ist die Durchgängigkeit für alle Fischarten nicht gewährleistet. Im Falle eines Q330-Ereignisses wirken die sich einstellenden Wassertiefen auf Schleie, Hecht und Flussbarsch selektiv.

Tabelle 3-30: Berechnungsergebnisse der Wassertiefen bei einem Sohlgefälle von 1,0 % (V0.3) nach MANNING/STRICKLER und der Vergleich mit den Grenzwerten nach DWA-M 509, Tabelle 29.

	Berechnungswert	Grenzwerte	Selektion
Wassertiefe Q <sub>30</sub>	0,10 m	0,45 m	von allen Arten
Wassertiefe MQ	0,21 m	0,45 m	von allen Arten
Wassertiefe Q <sub>330</sub>	0,31 m	0,45 m	von Plötze, Schleie, Hecht
mittlere Fließgeschw. Q <sub>30</sub>	0,32 m/s	1,10 m/s	keine
mittlere Fließgeschw. MQ	0,49 m/s	1,10 m/s	keine
mittlere Fließgeschw. Q <sub>330</sub>	0,61 m/s	1,10 m/s	keine

Tabelle 3-31: Berechnungsergebnisse der Wassertiefen der Variante B (Sohlgleite) nach dem Fließgesetz von DARCY und der Vergleich mit den Grenzwerten nach DWA-M 509, Tabelle 29.

	Berechnungswert	Grenzwerte DWA-M 509, Tabelle 29	Selektion
Wassertiefe Q <sub>30</sub>	0,11 m	0,45 m	von allen Arten
Wassertiefe MQ	0,20 m	0,45 m	von allen Arten
Wassertiefe Q <sub>330</sub>	0,28 m	0,45 m	von Schleie, Hecht, Flussbarsch

Gegenüber den Varianten 0.1 und 0.2 erzeugt die Variante 0.3 aufgrund ihrer geringeren Längenausdehnung jedoch weniger Flächenbetroffenheiten bei den vorhandenen Biotopen (Tabelle 3-32).

Tabelle 3-32: Betroffenheit der Quell-, Wald- und Gewässerbiotope der Variante V0.3

Brückenvariante	Biotopbetroffenheiten [m <sup>2</sup> ]		
	Quellbiotop	Waldbiotop	Gewässerbiotop
Brückenvariante 1.1.	32	1.346	620
Brückenvariante 1.2.	20	1.294	620
Brückenvariante 2.	81	1.804	874
Brückenvariante 3.	68	1.843	874

Zusammenfassend ist die Umsetzung der Gerinneausbildung mit einem konstanten Sohlgefälle von 1,0 %, aufgrund der geringen Wassertiefen und der dadurch folgenden Selektion von Fischarten, nicht geeignet die ökologische Durchgängigkeit für Fische herzustellen. Die Betroffenheiten der geschützten Biotope ist zwar geringer als bei den Varianten 0.1 und 0.2, jedoch höher als bei der Variante A 1.2. Von einer Umsetzung wird abgeraten.

### 3.6.5.5 Diskussion zur Herabsetzung des Grenzwertes

Nach Vorlage der ersten Ergebnisse zu den Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten der Varianten 0.1 bis 0.3 wurde die Herabsetzung des laut DWA-M 509 anzusetzenden Grenzwertes der erläuterten notwendigen Wassertiefe von 0,45 m geprüft. Dies ist laut DWA-M 509 durchaus möglich, jedoch sprechen gegen die Herabsetzung des Grenzwertes einige entscheidende Aspekte, die im Folgenden erläutert werden:

- Laut WRRL steht die Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit im Vordergrund. Sie muss somit bei allen Varianten untersucht und gewährleistet werden. Für Fischaufstiegshilfen muss die Durchgängigkeit zwischen Q30 und Q330 ermöglicht werden. Aufgrund der bereits naturgemäß geringen statistischen Gewässerdurchflüsse in der Wandse (Q30 = 51 l/s) wurde bei allen Variantenbetrachtungen die Durchgängigkeit erst ab MQ bis Q330 ermittelt. Somit wird der angesetzte Grenzwert statt schon bei Q30 erst ab einem höheren Durchflussereignis als maßgebend angesetzt. Dies führt dazu, dass bei Q30 allen Fischarten bei jeder Maßnahmenvarianten auf Grund eines zu niedrigen Wasserstands der Auf- und Abstieg in der Wandse verwehrt bleibt. Ein Herabsetzen des Grenzwertes würde zu einer weiteren Selektion der Fische durch einen noch geringeren Wasserstand bei den entsprechenden Durchflussereignissen führen.
- Das Sohlgefälle der Wandse beträgt im betrachteten Gewässerabschnitt 0,18 % bis 0,24 %. Ein plötzlicher, für die Fische ungewöhnlicher Anstieg auf 1,0 % Sohlgefälle (Variante 0.3 und auch Variante B (Kapitel 3.6.3)) stellt besonders für die schwimmschwachen Fischarten, wie Schleie und Schmerle, eine enorme Stresssituation dar. Der Stress sorgt dafür, dass die Fische schnell an ihre Erschöpfungsgrenze gelangen und somit die Gefahr einer Verdriftung ins Unterwasser besteht, wodurch sie den Aufstieg nicht schaffen. Um trotzdem den Aufstieg gewährleisten zu können, müssten innerhalb des Sohlabbaus mindestens alle 25 m nach einem steilen Fließstreckenabschnitts Ruhebereiche (Fließgewässerstrecken ohne Gefälle und ruhigen Fließbedingungen) eingebaut werden (Variante B).
- Fische brauchen „Raum“ zum Schwimmen. Sie wandern bevorzugt im freien Wasser eines Fließgewässers, wofür sie einen ausreichend großen Wasserstand benötigen, der ihnen genügend Abstand zur Gewässersohle und zur Wasseroberfläche gewährleistet, sodass es nicht zu Verletzungen durch Reibungen auf der Gewässersohle kommen kann.
- Oft bestehen Unterschiede zwischen den realen und den für die Berechnung zu

Grunde liegenden Durchflussdaten. Bei den berechneten Durchflussdaten handelt es sich nur um statistisch berechnete Werte. Diese können von den realen Durchflüssen abweichen. Aus Erfahrung im Zuge von Nachkontrollen von FAA werden meistens die der Berechnung zugrundeliegenden Durchflüsse nicht erreicht. Es ist festzustellen, dass aufgrund immer länger anhaltender Trockenperioden über das Jahr betrachtet immer weniger Wasserdurchfluss in den Gewässern vorherrscht. Durch das Ansetzen des Grenzwertes von 0,45 m Wasserstand ist für auftretende Durchflussschwankungen ein ausreichend großer Sicherheitsfaktor einbezogen, der die geplante Gewässerdurchgängigkeit nach Baumsetzung sichern soll.

### 3.6.5.6 Auswertung Schleppspannung / Geschiebeverhältnisse für die Variante V0.1 bis V0.3

Neben den geometrischen und hydraulischen Grenzwerten ist auch die Sohlbeschaffenheit ein ausschlaggebendes Kriterium für die ökologische Durchgängigkeit. Insbesondere für das Makrozoobenthos und die sich im Bereich der Gewässersohle fortbewegenden Fischarten besteht die optimale Sohle aus einem lagestabilen, aber lockeren Gefüge aus Sand bis Grobkies, welches viele Bodenlücken bildet, welche der Fauna Lebensraum, Schutz aber auch Nahrungsquelle bietet. In fließarmen, völlig übersandeten und kolmatierten Gewässerabschnitten werden die Lebensbedingungen für die genannte Fauna nicht erfüllt. Anders herum sorgen erhöhte Fließgeschwindigkeiten für einen Geschiebetransport, bei dem das Sohlsubstrat völlig ausgeräumt werden kann, wodurch auch diese Fließgewässerabschnitte nicht attraktiv für das Makrozoobenthos und die bodenorientierende Ichthyofauna sind. Um solch ausgeräumte Gewässerabschnitte infolge der Erhöhung des Sohlgefälles zu vermeiden, wurde aufbauend auf die hydraulische Berechnung anhand der mittleren Fließgeschwindigkeiten die Schleppspannung für die Wandse im Betrachtungsraum berechnet.

Die Schleppspannung gibt Auskunft, welche Korngröße ab welcher Fließgeschwindigkeit in Bewegung gesetzt wird. Sie dient somit als Bewertungsgrundlage zur Lagestabilität des vorhandenen Sohlsubstrates im Gewässerlauf bei unterschiedlichen Durchflüssen. Tabelle 3-33 zeigt Grenzwerte aus der Literatur. Die berechneten Schleppspannungen für die jeweiligen Durchflussereignisse und der Varianten 0 sind in Tabelle 3-34 aufgeführt. Der Berechnung der Schleppspannung  $\tau$  lag folgende Formel zugrunde:

$$\tau = \rho_w \cdot g \cdot r_{hy} \cdot I \quad \text{in [N/m}^2\text{]}$$

mit	$\rho_w$	= Dichte von Wasser = 1000 kg/m <sup>3</sup>
	$g$	= Erdbeschleunigung = 9,81 m/s <sup>2</sup>
	$r_{hy}$	= hydraulischer Radius = A (Querschnittsfläche) / U (benetzter Umfang)
	$I$	= vorhandenes Sohlgefälle

Tabelle 3-33: Grenzwerte für Schleppspannung und Fließgeschwindigkeit (nach 1: Wendehorst 2007 und 2: Storchenegger 2001 und 3: Bollrich 2013)

Grenzwerte für	Schleppspannung $\tau^1$ [N/m <sup>2</sup> ]	Schleppspannung $\tau^2$ [N/m <sup>2</sup> ]	Schleppspannung $\tau^3$ [N/m <sup>2</sup> ]	Fließgeschwindigkeit v [m/s]
Feinsand (0,063 - 0,2 mm)	1,0	1,0...2,0	0,5...1,0	0,20 - 0,35
Mittelsand (0,2 - 0,63 mm)	2,0	2,0...3,0	1,0...2,0	0,35 - 0,45
lockerer Schlamm	-	-	2,5	0,10 - 0,15
Grobsand (0,63 - 1 mm)	3,0	3,0...6,0	3,0...6,0	-
Grobsand (1 - 2 mm)	4,0	3,0...6,0	3,0...6,0	-
Feinkies (2 - 6,3 mm)	-	9,0...12,0	8,0...12,0	0,60 - 0,80
Mittelkies (6,3 - 20 mm)	15,0	12,0...15,0	15,0	0,80 - 1,25
Grobkies (20 - 63 mm)	45,0	20,0...40,0	45,0	1,25 - 1,60

Tabelle 3-34: Auswertung der Schleppspannung für die jeweiligen Maßnahmenvarianten

Durchflussereignisse	Schleppspannung $\tau$		
	V0.1	V0.2	V0.3
Q <sub>30</sub>	3,29 N/m <sup>2</sup>	4,82 N/m <sup>2</sup>	8,10 N/m <sup>2</sup>
MQ	6,04 N/m <sup>2</sup>	9,01 N/m <sup>2</sup>	15,41 N/m <sup>2</sup>
Q <sub>330</sub>	8,18 N/m <sup>2</sup>	12,26 N/m <sup>2</sup>	21,20 N/m <sup>2</sup>

Aus den Berechnungsergebnissen für die Schleppspannung (Tabelle 3-34) lassen sich die lagestabilen Kornfraktionen bei den einzelnen Durchflussereignissen ableiten (Tabelle 3-35). Bei der Variante V0.3 erhöht sich die Schleppkraft in Folge des steileren Gefälles und der damit einhergehenden höheren Fließgeschwindigkeit, wodurch größere Einzelkornfraktionen mit der fließenden Welle transportiert werden. Im Resultat sorgt dies für eine Ausräumung des Sohlsubstrates aus dem betreffenden Fließgewässerabschnitt, wodurch die ökologische Durchgängigkeit eingeschränkt wird.

Tabelle 3-35: Auswertung der Schleppspannung für die jeweiligen Maßnahmenvarianten anhand Tabelle 3-33

Durchflussereignisse	Transport von		
	V0.1	V0.2	V0.3
Q <sub>30</sub>	≤ Grobsand	≤ Grobsand	≤ Feinkies
MQ	< Feinkies	< Feinkies	≤ Mittelkies
Q <sub>330</sub>	≤ Feinkies	≤ Mittelkies	≤ Grobkies

Auf Grund der vorhandenen Schleppspannungen müssten mindestens bei den Varianten V0.2 und V0.3 eine Sicherung der Sohle und Böschung stattfinden, ansonsten besteht die Gefahr der selektiven ökologischen Durchgängigkeit und einer Sohlerosion, wie in Kapitel 3.6.6.1 beschrieben ist. Die Sohlsicherung sollte im Hinblick auf den vorliegenden, schlechten Baugrund, wie bei der Variante B (Raugerinne ohne Störsteine) beschrieben, erfolgen (Kapitel 3.6.3). Das dafür zu verwendende abschließende Sohlsubstrat ist entsprechend der wirkenden Schleppspannung zu wählen.

### 3.6.5.7 Auswirkungen der Sohlanpassungen auf die Wandse und die angrenzenden Biotope

Vorausgesetzt die selektive ökologische Durchgängigkeit bei einer möglichen Umsetzung der Variant V0.1 (0,3 % Sohlgefälle) würde akzeptiert, so müssen die Auswirkungen der Sohlanpassungen auf die Wandse und die angrenzenden Biotope betrachtet werden. Dabei wird angenommen, dass möglichst schonende Technik (z. B. ein Schreitbagger) zum Einsatz kommt. Der Schreitbagger würde hier rückschreitend im Gewässer arbeiten. Die Böschungen sollen dabei nicht verändert werden. Folgende Auswirkungen sind bei dieser Variante zu berücksichtigen:

- Das Arbeiten mit Technik von der Gewässersohle aus erzeugt unabhängig von der eingesetzten Technik (Minibagger, Schreitbagger oder ähnliches) unwiderrufliche Degradationen der Gewässersohle. Durch die Verdichtung des locker liegenden Sohlsubstrates werden dauerhaft Lebensräume (insbesondere für Makrozoobenthos) sowie Laichhabitate zerstört. Vor allem bei solch kleinen Gewässern wie der Wandse wäre der Habitatverlust erheblich.
- Des Weiteren ist von einem Arbeiten von der Sohle aus im Falle der Wandse abzuraten, da sie sich im betrachteten Raum sehr naturnah mit einer hohen Breitenvarianz, Untiefen, Inselbildungen und Totholz am, im und über dem Gewässer darstellt (Abbildung 3.40 & 3.41). Durch das Arbeiten in der Sohle und die Sohlvertiefung auf mindestens 250 m müssten sämtliche Tothölzer zwischenzeitlich aus dem Gewässer entfernt werden, wodurch etablierte Lebensräume verloren gehen. Auch die Breiten- und Tiefenvarianz geht durch die Sohlvertiefung um bis zu 1 m Höhe, ohne die gleichzeitige Gewässeraufweitung durch Böschungsarbeiten, verloren. Wertvolle Inselbildungen würden zerstört werden.



Abbildung 3-40 und Abbildung 3-41: Die Wandse stellt sich im Projektgebiet oberhalb der Brücke mit ihrem über den Fließquerschnitt und im Gewässer liegenden Tothölzern sowie der üppigen Ufervegetation als sehr naturnah dar (Juni 2019)

- Zur Schaffung des benötigten Arbeitsraumes muss auch in das anliegende Gehölzbiotop eingegriffen werden: Äste müssen zurückgeschnitten, eventuell zum Rangieren direkt am Gewässer stehende ganze Bäume gefällt werden.

- Hinzu kommt, dass auch ein Schreitbagger Böschungsschäden verursacht, da sich dieser in der Böschung zur Fortbewegung in der Böschung festkrallen muss.
- Nach Rücksprache mit der BUKEA / N3 Arten- und Biotopschutz (Stellungnahme vom 14.05.2020, Abschnitt 12) ist das Umlagern des aus dem Gewässer entnommenen Sediments nicht mit dem Schutz des Biotops vereinbar und somit nicht genehmigungsfähig. Aus diesem Grund muss das Sediment mit Kleinstgeräten aus dem Biotop heraus transportiert werden. Dies ist mit zusätzlichen Eingriffen in das Biotop verbunden.
- Durch die reine Sohlentnahme ohne begleitende Böschungsarbeiten zur Aufweitung des Querprofils kommt es unter dem Gesichtspunkt der Vermeidung senkrechter, instabiler Böschungen (Mindestneigung 1:1) zu einer Verengung der Gewässersohle. Das führt wiederum zur Erhöhung der Fließgeschwindigkeiten (Selektion schwimmschwacher Arten) und zur Ausbildung geringerer Wasserstände (Selektion hochrückiger Fischarten), wodurch die Durchgängigkeit für einige Fischarten nicht mehr gewährleistet ist. Dabei gilt: Je steiler das Gefälle, desto höher die Fließgeschwindigkeiten und desto geringer die Wasserstände. Zudem sorgen die durch die Sohlentnahme erzeugten höheren Böschungen für eine Verschlechterung der Verzahnung von Gewässer und Umland.
- Durch die Sohlvertiefung wird sich der Wasserstand im Gewässer und dem folgend das Grundwasser in den anliegenden Biotopen nachhaltig absenken. Das hat Auswirkungen auf den lokalen Wasserhaushalt. Die Auswirkungen sind direkt oberhalb der Brücke am größten und nehmen entgegen der Fließrichtung bis zum Ende des Maßnahmenbereiches langsam ab.
- Letztendlich stellt sich auch die Frage, wie lange es dauern würde, bis sich das degradierte Gewässerbiotop von dem Eingriff erholt hätte. Dabei gilt: Je größer die Strecke des Eingriffs in das Gewässerbiotop ist, desto nachhaltiger sind die Auswirkungen. In der betrachteten Variante 0.1 (0,3 % Sohlgefälle) würde auf rund 550 m eine Sohlsubstratentnahme erfolgen.

Wird das Sohlsubstrat auf längerer Strecke entnommen, werden auch die Samen und Diasporen der Pflanze, die im Substrat lagern, entfernt. Eine erneute Etablierung der Vegetation wird dadurch natürlich erheblich erschwert. Das könnte auf möglichst kurzer, lokaler Strecke besser von den Pflanzengemeinschaften rund herum kompensiert werden. Dazu kommt, in wieweit die Möglichkeit einer erneuten Bewuchsfähigkeit durch Fließgeschwindigkeit, Art und Umfang des neuen Substrates sowie auch Beschattung durch umliegende Gehölze gegeben ist. Wenn das Gewässer stark beschattet ist, dauert es viel länger, bis ein neuer Bewuchs aufkommen kann. Ähnlich ist es mit der Fließgeschwindigkeit. Wenn das Totholz aus dem Gewässer entfernt wird, erhöht das die Fließgeschwindigkeit, was wiederum den neuen Pflanzenaufwuchs erschwert. Besonders wenn die Sohle mit dem Samenmaterial entnommen wurde. Zudem kommt, dass der freigelegte Rohboden einen höheren Verdichtungsgrad aufweist. Das erhöht noch einmal die Regenerationszeit, da im Sohlbereich kein natürlich sortiertes, lockeres und gemischtkörniges Substrat mehr vorliegt, an denen die Samen schneller Halt finden können.

Mit dem nachhaltigen Fernbleiben von Pflanzen im und am Gewässer fehlen natürlich auch die Habitat- und Nahrungsbedingungen für die Gewässerfauna, die ebenfalls nachhaltig fernbleiben würde.

Wie lange es dauert, bis sich das Biotop regeneriert hat, kann nicht abgeschätzt werden, da dass, wie bereits erläutert, von verschiedenen Faktoren abhängt (Beschattung, Fließgeschwindigkeiten etc.). Es muss aber auf jeden Fall mit einem sehr langen Zeitraum gerechnet werden. In diesem Hinblick ist es aus fachlicher Sicht sinnvoll, den Eingriff in das Gewässer auf einen möglichst kleinen Raum zu begrenzen.

Im Fazit sind aus fachlicher Sicht eine Sedimententnahme auf einer Strecke von mindestens 250 m sowie das Arbeiten von der Gewässersohle aus im Sinne des Gewässers sowie seiner Fauna nicht zu empfehlen.

### 3.6.6 Dimensionierung der lichten Weite der Brücke

Für die Dimensionierung der lichten Weite der Brücke wurde die Vorzugsvariante 1.2 A zu Grunde gelegt. Zur Querprofilgestaltung des Gewässers im Brückenbereich müssen folgende Randbedingungen Beachtung finden:

- naturnahe Gestaltung des Querprofils → Ausschluss von Betonbermen
- Sohlbreite analog zur FAA 2,0 m
- Sohlvertiefung zwischen den Riegeln 6 und 7 auch im Brückenbereich zur Absenkung von Fließgeschwindigkeiten über den Fließquerschnitt zur Schaffung von Ruhebereichen für die wandernde Fauna
- Böschungsneigungen analog zur FAA 1:2
- potentiell Vorkommen von Fischottern im Projektgebiet → Vorsehung einer mindestens einseitigen Fischotterberme

Aus heutiger Sicht ist eine einseitige Berme ausreichend, da die Lackfabrik am linken Ufer die Fischotterdurchgängigkeit behindert. Unter der Voraussetzung, dass die Lackfabrik in naher Zukunft abgerissen wird und die Ufer in diesem Abschnitt naturnah und offen gestaltet werden, sodass sie für den Fischotter durchwanderbar sind, ist die Vorhaltung von beidseitigen Fischotterbermen zu empfehlen.

Es gelten folgende Anforderungen an die Gestaltung von Fischotterbermen (Quellen: Aktion Fischotterschutz 2009, DUH 2015):

- Bermen aus rauen Steinschüttungen und Erdreich sind reinen Betonkonstruktionen vorzuziehen (Aufschüttung der Hohlräume mit Kies oder Erde für kleinere Tiere wie Kleinsäugern und Amphibien).
- Die Berme sollte von den Fischottern möglichst leicht zu betreten sein.
- ausreichende Breite des ebenen Bereiches von mindestens 30 cm, optimal  $\geq 50$  cm; Anmerkung von BIOTA: Eine Breite von 50 cm sollte gewählt werden.
- Die freie Kopfhöhe sollte 30 bis 40 cm betragen. Anmerkung von BIOTA: Eine Höhe von 50 cm sollte gewählt werden.
- Überschwemmungssicherheit bis mindestens zu einem HQ5
- Anschluss der Berme ans natürliche Ufer stromauf und stromabwärts sowie zum Wasser mit einer Neigung von 1:3 oder flacher
- Überschwemmungssicherheit für die Fischotterdurchgängigkeit mindestens bis zu einem 5-jährigen Hochwasserereignis

Entsprechend der Vorgaben wurde das Querprofil im Brückenbereich mit beidseitigen Fischotterbermen dimensioniert. Im Ergebnis ergibt sich eine lichte Weite der Brücke von 8,2 m. Daneben ergeben sich folgende Höhenangaben (Plan 16):

- durchschnittliche Höhe der Gewässersohle unterhalb der Brücke unter Betrachtung der Höhe der Niedrigwasserswellen ober- und unterhalb 17,54 m NHN
- durchschnittliche Höhe der Gewässersohle unterhalb der Brücke unter Beachtung der Vertiefung der Sohle zwischen den Riegeln (durchschnittlich 15 cm) 17,39 m NHN
- sich einstellender Wasserspiegel bei HQ5 im Brückenbereich unter Berücksichtigung der oben aufgeführten Punkte 18,73 m NHN
- Differenz zwischen WST-HQ5 und der Höhe der Fischotterberme-Sohle sollte 0,1 m betragen → 18,83 m NHN
- lichte Höhe im Bereich der Fischotterberme  $\geq 0,5$  m → 19,33 m NHN

Es wird darauf hingewiesen, dass es sich bei den absoluten Höhenangaben um einen Vorplanungsstand handelt. Im Zuge der Entwurfsplanung kann es zu Änderungen kommen. Es muss mit Änderungen der Höhenangaben um bis zu 15 cm gerechnet werden.

Im Zuge der Entwurfsplanung ist zu überlegen, ob die Steinschüttung im Brückenbereich mit Voll- oder Teilverguss verklammert werden sollte, da im Projektgebiet bereits Teile der vorhandenen Steinschüttungen abhandengekommen sind. Das hätte jedoch den Nachteil, dass die Schüttung nicht mehr als Lebensbereich für Amphibien und Kleintiere dienen kann.

### 3.6.7 Bauzeitliche Wasserumleitung/ Bypass

Für die bauzeitliche Wasserumleitung wurde eine eigenständige Variantenuntersuchung durchgeführt. Diese ist im Abschnitt 12, Anhang 4.6 beigefügt.

Grundlage für die Variantenuntersuchung der bauzeitlichen Wasserumleitung ist die Vorzugsvariante 1.2 A. Es wurden 3 Varianten untersucht. Der Variantenvergleich weist die Variante 2, Trasse 2 als Vorzugsvariante der bauzeitlichen Wasserumleitung aus, da hier die Wandse außerhalb des Baufeldes auch während der Bauzeit vollständig durchströmt bleibt und nicht trockengelegt wird (Erhalt von Biotopstruktur und Lebensräumen über die gesamte Bauzeit). Zudem kann durch die Herstellung des offenen Grabens des Bypasses oberhalb der Brücke das aus Richtung Nordost zuströmende Quell- und Oberflächenwasser aufgefangen und damit von dem Baufeld ferngehalten werden.

## 3.7 Gewählte Ausführungsvariante, Begründung und Erläuterung der Wirtschaftlichkeit der gewählten Ausführungsvariante

### 3.7.1 Variantenvergleich

Unter Berücksichtigung aller Randbedingungen wurden nachfolgend aufgeführte Varianten zur Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit im Zusammenhang mit dem Neubau der Brücke Wandseredder untersucht:

- Variante A: naturnaher Raugerinnebeckenpass
- Variante B: Raugerinne ohne Störsteine
- Variante C: Raugerinne mit Störsteinen
- Variante D: Gefälleabbau unterhalb der Brücke Wandseredder
- Variante 0: Brückenneubau ohne und mit Sohlanpassungen oberhalb der Brücke

#### 3.7.1.1 Fischartenselektion

Im Hinblick auf die Aufgabenstellung der Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit am Standort wurden die Fischselektionen anhand der Berechnungsergebnisse der Wassertiefen für die Varianten A, B und die Varianten V0.1 bis V0.3 ausgewertet (Tabelle 3-36). Die mögliche Umsetzung der Varianten C und D konnte bereits vor dem Variantenvergleich ausgeschlossen werden.

Tabelle 3-36: Auswertung der Fischartenselektion für die jeweiligen Maßnahmenvarianten

Durchflussereignisse	Selektion				
	Variante A	V0.1	V0.2	V0.3	Variante B
Q <sub>30</sub>	von allen Arten	von allen Arten	von allen Arten	von allen Arten	von allen Arten
MQ	keine	Hecht und Schleie	von Flussbarsch, Hecht und Schleie	von allen Arten	von allen Arten
Q <sub>330</sub>	keine	keine	von Schleie	von Schleie, Hecht	von Schleie, Hecht, Flussbarsch

Im Vergleich der Maßnahmenvarianten stellt die Variante A die optimalste Variante zur Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit dar. Bei der geplanten FAA findet keine Selektion der Fischarten bei MQ statt. Die Varianten V0.1 wirkt gegenüber den Fischarten Hecht und Schleie bei MQ selektiv, ist aber für die Bachforelle und für kleinere Fischarten noch durchgängig. Die Variante V0.2 wirkt gegenüber den Fischarten Hecht, Schleie und Flussbarsch schon bei MQ selektiv. Bei den Varianten V0.3 und B werden bei MQ alle Fischarten durch die Maßnahme selektiert. Letztendlich stellen die Varianten V0.2, V0.3 und B auf Grund der zu starken Fischartenselektion keine alternativen Maßnahmenlösungen im Vergleich zur Variante A dar. Die Variante V0.1 ist selektiv durchgängig für die Bachforelle.

### 3.7.1.2 Biologische Einschätzung

An dieser Stelle soll eine Einschätzung hinsichtlich der vorhandenen, geschützten Biotope erfolgen. Dabei handelt es sich im vorliegenden Fall um einen typischen Wald (WWA), eine sumpfige Quelle sowie einen weitgehend naturnahen Bach (Abbildung 3.20). Alle drei Biotope werden sowohl durch die Arbeiten im hydraulischen Bereich als auch durch die Arbeiten im Zusammenhang mit dem Brückenneubau beeinflusst. Sie sind nach § 30 BNatSchG geschützt. Damit sind Handlungen verboten, die zu einer Zerstörung oder erheblichen Beeinträchtigung dieser führen.

Neben der Einstufung in der Roten Liste der gefährdeten Biotoptypen Deutschlands (FINK ET AL. 2017) werden als weitere Vergleichsparameter die durch die Maßnahme beanspruchte Fläche und die Regenerierbarkeit des Biotopes herangezogen. Die Tabelle 3-37 bis Tabelle 3-39 stellen die Flächenbetroffenheiten der einzelnen Varianten bezogen auf die betroffenen geschützten Biotope dar. Die Betroffenheiten wurden unter Berücksichtigung des erforderlichen Bauraumes für die Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit inklusive der Zuwegungen ermittelt und gegenübergestellt. Die für den Bau der Brücke erforderlichen Baugruben und Zuwegungen sind hier noch nicht enthalten. Rot markiert wurde die für die Biotope jeweils ungünstigste und grün die jeweils optimale Variante.

Tabelle 3-37: Betroffenheit des Waldbiotops je nach Brücken- und Maßnahmenvariante

Brückenvariante	Biotopbetroffenheiten [m <sup>2</sup> ]		
	Waldbiotop		
	Variante A	V0.1 u. V0.2	V0.3 u. Variante B
Brückenvariante 1.1.	1.012	2.191	1.346
Brückenvariante 1.2.	842	2.044	1.294
Brückenvariante 2.	866	2.219	1.804
Brückenvariante 3.	965	2.174	1.843

Tabelle 3-38: Betroffenheit des Quellbiotops je nach Brücken- und Maßnahmenvariante

Brückenvariante	Biotopbetroffenheiten [m <sup>2</sup> ]		
	Quellbiotop		
	Variante A	V0.1 u. V0.2	V0.3 u. Variante B
Brückenvariante 1.1.	27	19	32
Brückenvariante 1.2.	17	14	20
Brückenvariante 2.	79	80	81
Brückenvariante 3.	67	69	68

Tabelle 3-39: Betroffenheit des Gewässerbiotops je nach Brücken- und Maßnahmenvariante

Brückenvariante	Biotopbetroffenheiten [m <sup>2</sup> ]		
	Gewässerbiotop		
	Variante A	V0.1 u. V0.2	V0.3 u. Variante B
Brückenvariante 1.1.	311	1.194	620
Brückenvariante 1.2.	306	1.194	620
Brückenvariante 2.	340	1.194	874
Brückenvariante 3.	322	1.194	874

Es wird deutlich, dass bei V0.1 und V0.2 die Betroffenheiten des Wald- und Gewässerbiotops am größten sind. Bei der Variante A ist die Wald- und Gewässerbiotopbetroffenheit am geringsten. Maßgebend für die Gewässerbetroffenheit ist die räumliche Ausdehnung des Maßnahmenbereichs im und am Gewässer. Das Waldbiotop ist durch Gewässeranpassungen, sowie Bauzuwegungen betroffen.

Die Betroffenheit des Quellbiotops ist bei allen Maßnahmenvarianten annähernd gleich. Sie ergibt sich hauptsächlich aus der Flächeninanspruchnahme durch den neuen Straßenverlauf.

Im Resultat ist ersichtlich, dass die Variante A der FAA die geringsten Flächenauswirkungen auf die Biotope hat. Die FAA beeinträchtigt gegenüber den anderen Varianten nur einen räumlich begrenzten Gewässerabschnitt, sodass die oberhalb gelegene Wandse mit ihren wertvollen und erhaltenswerten Lebensraumstrukturen erhalten bleiben kann. Ein Eingriff durch Arbeiten in und am Gewässer bei den Varianten V0.1 bis V0.3 und B bewirkt eine Zerstörung dieser etablierten Lebensräume.

Durch die typbezogene Einschätzung der Regenerierbarkeit soll ein bedeutender Teilaspekt der „Empfindlichkeit“ von Biotopen abgebildet werden, um damit eine Schutzpriorität bei gleicher Gefährdungseinstufung begründen zu können. Unter Regenerierbarkeit wird sowohl das biotopeigene Potential zur selbständigen Regeneration nach Beendigung negativer Beeinträchtigungen als auch die Möglichkeit einer Wiederentwicklung durch gestaltendes Eingreifen verstanden. Mithilfe dieser Information kann eine Einschätzung darüber getroffen werden, ob erhebliche Eingriffe nachhaltig oder wieder regenerierbar sind.

Weichholzauwälder sind in der Roten Liste der gefährdeten Biotoptypen Deutschlands mit der Einstufung 1-2 gelistet. Das besagt, dass sie stark gefährdet bis von vollständiger Vernichtung bedroht sind. Die Regenerierbarkeit wird mit S (schwer regenerierbar) bewertet. Die Regeneration ist nur in langen Zeiträumen (15-150 Jahre) wahrscheinlich. Sumpf- und Sickerquellen sind in der Roten Liste ebenfalls mit der Einstufung 1-2 gelistet. Die Regenerierbarkeit wird mit N (nicht regenerierbar) bewertet. Dies bedeutet, dass in historischen Zeiträumen eine Regeneration nicht möglich ist.

Bezogen auf den Einfluss der Baumaßnahme auf die hier betrachteten Biotope, sind jeweils bei der Variante 1.2.A die geringsten Beeinträchtigungen zu erwarten. Die betroffene Biotopfläche ist jeweils am geringsten und es fallen dementsprechend auch die wenigsten Bäume dem Eingriff zum Opfer (Abschnitt 7). Bei dem Biotop Sicker- und Sumpfquelle wird dies besonders deutlich. Hier ist die betroffene Biotopfläche bis zu fünfmal geringer im Vergleich zu den anderen Varianten. Da dieser Biotoptyp gemäß der

Roten Liste als nicht regenerierbar eingestuft wird, sollte hier die beanspruchte Fläche so gering wie möglich gehalten werden. Inwieweit auch bei der Umsetzung der Variante 1.2.A es durch die mögliche Überbauung der Brücke und der damit einhergehenden Versiegelung zu einer Zerstörung des Sumpfigen Quellbereiches kommt, kann nach derzeitigem Kenntnisstand nicht abschließend festgestellt werden. Allerdings ist die Gefahr einer Zerstörung des Sumpfigen Quellbereiches bei der Variante 1.2.A am geringsten.

### 3.7.1.3 Beeinflussung des Quellbiotops hinsichtlich Grundwasserabsenkungen

Im Zuge der Bauumsetzung, welche trockene Baugruben voraussetzt, muss das Grundwasser bis etwas unterhalb der Baugrubensohle abgesenkt werden. Im Rahmen der Objektplanung ist zu prüfen, ob die erforderlichen Grundwasserabsenkungen zu einer Zerstörung des in der Nähe des Baufeldes liegenden Quellbiotopes kommen könnte. Um die Auswirkungen auf das Biotop abschätzen zu können, wurde eine schriftliche Stellungnahme von der Behörde für Umwelt und Energie – Wasser, Abwasser und Geologie – Wasserwirtschaft – W1205 eingeholt (Abschnitt 12). Demnach wurde festgestellt, dass der Wasseraustritt des Quellbiotop auf schwebendes Grundwasser zurückzuführen ist. Des Weiteren wurden die möglichen Absenkrichter des Grundwassers für den vorliegenden eher als undurchlässiger anzunehmenden Boden abgeschätzt, sodass die sich einstellenden Absenkrichter eine geringe räumliche Ausdehnung aufweisen. Im Resultat kommt die Behörde auf folgendes Ergebnis: „Demzufolge ist eine Beeinträchtigung des Sickerquellenbereichs (Quellbiotop) durch die Baumaßnahme eher als unwahrscheinlich einzustufen und in erster Linie von Niederschlag und Verdunstung abhängig.“

### 3.7.1.4 Hydraulische Gewässermodellierung

Der LSBG (Fachbereich G1) hat auf Grundlage der Vorplanung die Planungsvarianten 1.2 A und V0.1 hinsichtlich ihrer Hochwasserneutralität sowie der Parameter zum Nachweis der ökologischen Durchgängigkeit überprüft. Diese Nachweise wurden mit Hilfe eines hydrodynamischen-numerischen 2D-Modelles geführt.

Zur Prüfung der Hochwasserneutralität wurden die modellierten Ausdehnungen der überschwemmten Fläche im Ist-Zustand mit der überschwemmten Fläche im Planzustand für die Hochwasserabflüsse HQ<sub>5</sub> und HQ<sub>200</sub> verglichen. Die Modellierungsergebnisse zeigen, dass sich durch die beiden untersuchten Planvarianten die betrachteten Hochwassersituationen nicht verschärfen. Im Gegenteil führen sie sogar zu einer Verbesserung der Hochwassersituation, da sich die überschwemmte Fläche im Plan-Zustand im Untersuchungsgebiet verringert (um rund 11 % bei der Variante V0.1 und um 0,3 bis 1,1 % bei der Variante 1.2. A). Somit ist bei beiden Varianten die Hochwasserneutralität gegeben.

Zur Prüfung der ökologischen Durchgängigkeit wurde das 2D-Modell eingesetzt, um Wasserstände, Fließgeschwindigkeiten und Sohlschubspannungen für die Bemessungsabflüsse MNQ, Q30, MQ und Q330 für beide untersuchten Varianten zu ermitteln. Im Wesentlichen konnten die Ergebnisse aus dem vorliegenden Vorplanungsbericht bestätigt werden: Die Variante V0.1 wirkt gegenüber der Variante 1.2 A hinsichtlich der sich einstellenden Wassertiefen deutlich selektiver auf die in der Wandse potentiell und tatsächlich wandernde Fauna. Während die Planungsvariante 1.2 A bei MQ und Q330 selbst für den größten Bemessungsfisch (Schleie) durchgängig ist, ist die Planungsvariante V0.1 bei einem MQ nur selektiv für die Bachforelle und kleinere Fische durchgängig. Eine vollständige Durchgängigkeit wird bei der Variante V0.1 erst ab einem Q330 erreicht.

Die simulierte mittlere Fließgeschwindigkeit befindet sich für die betrachteten Bemessungsdurchflüsse nachweislich unter 1,1 m/s. Es konnte ebenfalls nachgewiesen werden, dass bei der Variante V0.1 bei einem MNQ und Q30 ein Sohlsubstrat vom Sedimenttyp Feinsand an den ausgewerteten Punkten lagestabil ist. Beim MQ ist mit Verlagerungen des Sedimenttyps Mittelsand und beim Bemessungsabfluss Q330 ist mit einer Verlagerung von Grobsanden zu rechnen. Das bei der Variante A 1.2 (FAA) herzustellende Kies-Lesesteingemisch bleibt bis zu seltenen Hochwasserereignissen (HQ100) lagestabil. Die höchsten Sohlschubspannungen treten in den Engstellen auf, an denen keine Sedimente vorzufinden sind.

Der vollständige Modellbericht befindet sich im Abschnitt 12.

### 3.7.1.5 Technische Bewertung zur Umsetzung der Maßnahmen

Im Auftrag des LSBG hat das Fachbüro BBI Geo- und Umwelttechnik Ingenieur-Gesellschaft mbH im Jahr 2020 eine geotechnische Bewertung zur Umsetzung der Maßnahme erarbeitet. Auch hierbei wurden die Betrachtungen auf die in die engere Wahl gekommenen Planvarianten 0 mit einem Sohlgefälleabbau von 0,3 und 0,5 % sowie die Planvariante A beschränkt. Bei der Planvariante A sind zudem noch zwei Umsetzungsverfahren unterschieden worden:

- Variante A „Bodenaustausch“: vollständiger Bodenaustausch der organischen Weichschichten im Bereich der Gewässersohle und darauffolgender Aufbau der FAA-Gründung
- Variante A „Holzpfahlgründung“: linienhafte und punktuelle Gründung der Querriegel und Störsteine durch Holzpfähle, welche bis in den anstehenden tragfähigen Baugrund einbinden

Die Umsetzbarkeit der betrachteten Varianten wurde hinsichtlich folgender Kriterien bewertet und verglichen:

- Erforderlichkeit der Herstellung eines Bypasses zur bauzeitlichen Wasserumleitung
- notwendige Wasserhaltungsmaßnahmen zur Herstellung trockener Baugruben
- anfallender Bodenaushub
- Ufer- und Sohlsicherung einschließlich der Beurteilung von nachträglichen Setzungen
- erforderlicher Einsatz von Baugeräten
- Notwendigkeit und Verfahren zur Kampfmittelräumung
- Einflüsse auf das Biotop

Im Ergebnis wird die Variante 0 mit einer Gefälleanpassung von 0,3 % als nicht umsetzbar eingestuft. Gründe hierfür sind die fehlende bautechnische Umsetzbarkeit hinsichtlich der vorgesehenen Genauigkeit, die Beschädigung des Wurzelwerkes angrenzender Bäume, die Anpassung von Gewässerböschungen auf Privatgrundstücken sowie ein enormer logistischer Aufwand (u. a. Vollsperrung eines Uferweges, zusätzliche Bypässe etc.).

Nach Aufstellung und Auswertung einer Bewertungsmatrix kristallisiert sich die Variante A „bodenaustausch“ aus geotechnischer Sicht als Vorzugsvariante heraus.

Ebenfalls wird eingeschätzt, dass aufgrund hydraulisch bedingter, dynamischer Prozesse im Gewässerbett Nachfolgesetzungen  $\leq 1,0$  cm auftreten können (Kapitel 3.6.2.4)

Der vollständige Bericht kann dem Abschnitt 12 entnommen werden.

Unabhängig vom Baugrund wird über die gesamte Zeit der Bauumsetzung zur Aufrechterhaltung der Vorflut ein Bypass erforderlich werden. Diesbezügliche Angaben werden in der Entwurfsplanung erarbeitet und näher beschrieben.

### **3.7.1.6 Vergleich der umsetzungsfähigen Varianten A und V0.1**

Im Hinblick auf die große Selektivität der wandernden Fauna sowie die großflächige Biotopbetroffenheiten konnten die Varianten B, C, D, V.02 und V.03 im Verlauf der Vorplanung bereits ausgeschlossen werden.

Auch aufgrund der erheblich größeren Bauwerkslänge würden die Baukosten für die Raurinne der Varianten B und C deutlich größer im Vergleich zur Variante A ausfallen. In Bezug auf das Kosten-Nutzen-Verhältnis ist die Variante A daher wirtschaftlicher.

Im Folgenden (Tabelle 3-40) werden die zur engeren Wahl stehenden Varianten A und V.01 miteinander verglichen. Dabei gehen die in den vorausgehenden Kapiteln erläuterten Aspekte mit in die Bewertung mit ein.

Tabelle 3-40: Zusammenfassender Vergleich der untersuchten Varianten (grün: positiv, gelb: neutral, rot: negativ)

Bewertungskriterien	Variante A (FAA)	Variante 0.1 (0,3 %)
<b>Ergebnisse Gewässermodellierung</b>		
Hochwasserneutralität/ überschwemmte Flächen	HQ5: -1,13% HQ200: -0,3% (o)	HQ5: -11% HQ200: -11% (+)
ökologische Durchgängigkeit	Mindestwassertiefen erreicht (+) Fließgeschwindigkeiten in technischer Anlage für schwimmschwache teilweise etwas hoch aber okay (-)	Mindestwassertiefen selektiv erreicht (+) (-) Fließgeschwindigkeiten für schwimmschwache Arten gut geeignet (+)
Sohlschubspannungen	hohe Sohlschubspannung im Bereich der Riegel, aber hier kein Sediment daher lagestabile Stütz- und Deckschicht aus Mittel- und Grobkies und Steinen, daher keine Umlagerung (+) (-)	natürliche Sohlschubspannungen Umlagerung von Mittelsand bei MQ Umlagerung Grobkies bei Q300 (+)
Morphodynamik	morphodynamische Entwicklung im Bereich der Fischtreppe unterbunden (-)	langfristige Einstellung einer gewässermorphologischen Variabilität zu erwarten (+)
<b>ökologische Bewertung</b>		
betroffene Biotopfläche	ca. 3.300 m <sup>2</sup> (inkl. Flächen für Brückenbau)	ca. 6.600 m <sup>2</sup> (inkl. Flächen für Brückenbau)
ökologische Auswirkungen	geringe Totholzentnahme einzelne Baumfällungen lokal starker Eingriff in den Untergrund (Bodenaustausch) Eingriff im Unterwasser der Brücke Verzahnung von Gewässer u. Aue bleibt	vermehrte Totholzentnahme, Entfernung der Inselstrukturen Baumfällungen entlang des gesamten Gewässerabschnitts Arbeiten mit Bagger im Gewässer führt zu Sohlverdichtung natürliche Ufererosion Auslösung von Sedimenttransport (Mobilisierung von teilweise schwermetallbelasteten Sedimenten) hohe Böschungen, dadurch teilweise keine Verzahnung von Gewässer und Aue
Ergebnis	lokale Wiederherstellung eines naturnahen Gewässers	Pilotprojekt: Wiederherstellung eines natürlichen Gewässers
<b>Technische Bewertung</b>		
Länge Gewässerabschnitt	ca. 70 m (+)	ca. 550 m (-)
Bypass	Freispiegelgefälle oder Pumpen (-)	Freispiegelgefälle oder Pumpen zusätzliche abschnittsweise Bypässe mit Pumpen (--)
Volumen Bodenaushub	ca. 1.500 m <sup>3</sup> (-)	ca. 1.900 m <sup>3</sup> (-)
Bodeneinbau	ca. 1.000 m <sup>3</sup> (-)	Herstellung Arbeitsebenen in und neben Gewässersohle (--)
sonstige konstruktive Maßnahmen	Böschungs- und Sohlsicherung (-) Schutz Bestandsbauwerk (-)	planmäßig nicht notwendig (+)
Setzungsanfälligkeit / hydraulische Stabilität	setzungsarm und hydraulisch stabil (+)	unterliegt der Gewässerhydraulik ggf. Nachbesserung der Sohlsicherung erforderlich (-)

Technische Bewertung		
bauliche Umsetzung	zusätzliche Wasserhaltungsmaßnahmen im Bereich der Baugrube Einsatz von Standard-Baugeräten, dadurch kürzere Bauzeit lokale Kampfmittelsondierung	lange schmale Transportwege nur Kleingeräte nutzbar nur sukzessives Arbeiten möglich, dadurch längere Bauzeit Kampfmittelsondierung entlang des gesamten Gewässerabschnitts Vollsperrung Uferweg für Öffentlichkeit Anpassung von Gewässerböschungen auf Privatgrundstücken  → enormer logistischer Aufwand → sehr kostenintensive Variante

### 3.7.1.7 Vorzugsvariante

Die Untervarianten der Variante A sind in Bezug auf die technische Ausführung, der Längenausdehnung sowie der Kosten (262.000 € bis 265.000 € brutto) annähernd gleich, sodass diesbezüglich kein Vergleich möglich ist. Daher bleibt lediglich die Betrachtung des ökologischen Eingriffs der Varianten in die vorhandenen Biotope (Kapitel 3.6.8.2). Demnach kann sich der biologischen Einschätzung angeschlossen und somit die **Variante 1.2.A** als **Vorzugsvariante** benannt werden.

### 3.7.1.8 Stellungnahmen zu der Vorzugsvariante

In Folge der Vorstellung der ersten Planungsergebnisse (Protokolle Abschnitt 12) gingen Stellungnahmen vom Bezirksamt Wandsbek sowie der Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft (BUKEA) zur Vorzugsvariante 1.2.A der Vorplanung ein. Die vollständigen Stellungnahmen können im Abschnitt 12 eingesehen werden.

Alle Hinweise aus den Stellungnahmen werden im Zuge der weiterführenden Entwurfsplanung berücksichtigt. Zudem wird geprüft, ob die Fischaufstiegsanlage der Variante 1.2 A Vor-Kopf hergestellt werden kann. Damit können eingeplante Baustraßen eingekürzt und optimiert werden, sodass zugunsten des Naturschutzes weniger Biotopflächen betroffen sein werden.

Auf eine Fragestellung des Bezirksamtes, welche in der Stellungnahme formuliert wurde, soll bereits an dieser Stelle eingegangen werden. Nach Forderung des Amtes ist zu prüfen, ob im Oberlauf bis zu drei Riegel weniger vorgesehen werden können. Das Amt geht davon aus, dass sich aufgrund von strömungsbeeinflusster Umlagerung von Sohlsubstrat die ökologische Durchgängigkeit auf natürlichem Weg einstellt. Zudem soll die Möglichkeit geprüft werden, zu einem späteren Zeitpunkt weitere Riegel zu entfernen bzw. „aufzulockern“, wobei das Ziel eine langfristige schrittweise Absenkung der Stauwurzel ist. Folgendes kann zu diesen Ideen erläutert werden:

Für die Deck- und Stüttschicht einer Fischaufstiegsanlage wird ein möglichst (den meist in der Anlage herrschenden Fließgeschwindigkeiten angepasstes) lagestabiles, aber lockeres Gefüge aus Grobsand, Kies und Lesesteinen gewählt, welches viele Bodenlücken bildet. Diese Lücken dienen dem Makrozoobenthos sowie den kleineren, sich an der Gewässersohle orientierenden Fischen als Lebensraum, Schutz aber auch Nahrungsquelle. Zudem herrschen hier geringe Fließgeschwindigkeiten vor, welche von den schwimmschwachen Arten als Ruhezone genutzt werden. Werden einzelne Steinriegel im Oberlauf entfernt,

entsteht eine Sohlstufe mit darüber befindlicher stärkerer Fließströmung. Diese sorgt dafür, dass Fein- und Mittelsande gelöst und in die FAA eingespült werden, was zu einer Übersandung und Kolmatierung der Anlage führen kann. Dabei werden die Bodenlücken aufgefüllt und die Lebens- und Wanderbedingungen für das Makrozoobenthos und die sich an der Gewässersohle orientierenden Fischen nicht mehr erfüllt, womit die FAA für diese Arten nicht mehr ökologisch durchgängig sein wird. Geschieht das, müssen die bodennahen Lücken durch aufwändige Unterhaltungsmaßnahmen wiederhergestellt werden (Kapitel 3.6.2.4). Da die Entnahme oder „Auflockerung“ von Beckenriegeln die Wahrscheinlichkeit einer Versandung und Kolmatierung der Anlage erheblich erhöht, muss hiervon dringend abgeraten werden.

Eine Alternative zur nachträglichen Entnahme von Beckenriegeln stellt eher die räumliche Begrenzung der FAA dar. So können die Abstürze pro Riegel (derzeit 6 cm) erhöht werden, um Beckenriegel einzusparen. Sollen z. B. nur neun statt zehn Beckenriegel hergestellt werden, erhöht sich die erzeugte Höhendifferenz pro Riegel auf 6,7 cm. Auch könnte der Längsabstand zwischen den Riegeln von durchschnittlich 5 m bis zum erforderlichen Mindestmaß (Tabelle 3-7) verringert werden. Doch ist zu bedenken, dass all die genannten Maßnahmen zu einer Erhöhung der Fließgeschwindigkeiten und der Energiedissipationen bzw. Turbulenzen in der FAA führen, wodurch sie wiederum stark selektiv auf das Makrozoobenthos sowie die schwimmschwachen Arten wirkt und die ökologische Durchgängigkeit nicht vollständig hergestellt werden kann. Auf Basis langjähriger Erfahrung mit FAA wird empfohlen, die Geometrien einer FAA zugunsten der ökologischen Durchgängigkeit so groß wie möglich zu wählen, insbesondere in Gewässern wie der Wandse, in denen naturgemäß sehr geringe Sohlgefälle vorherrschen, an die sich die Fauna angepasst hat. Dementsprechend wird von Einsparungen von Steinriegeln oder der Minimierung der geometrischen Parameter der geplanten FAA abgeraten.

## 3.8 Erläuterungen zu den Kosten

### 3.8.1 Erläuterung zur Kostenermittlung

Im Sinne einer Vorplanung entsprechen die angegebenen Kosten einer Kostenschätzung. Folgende Kosten werden bereits über die Baumaßnahme „BW-Nr. 495 Grundinstandsetzung Brücke Wandseredder“ finanziert und sind daher nicht Teil der Kostenschätzung für die Teilbaumaßnahme „Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit des Gewässers“:

- Rückbau und Ersatzneubau der Brücke Wandseredder inkl. der dazugehörigen Sohlrampe mit allen damit verbundenen Arbeiten
- Baustraße für den Brückenneubau
- Sicherung und gegebenenfalls Umverlegung von Versorgungsleitungen

Die Kosten für folgende Positionen werden nur zu 1/3 über die Teilbaumaßnahme „Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit des Gewässers“ finanziert. 2/3 werden über die Baumaßnahme „BW-Nr. 495 Grundinstandsetzung Brücke Wandseredder“ finanziert:

- Verkehrssicherung
- Herstellung Bypass
- Kampfmittelsondierung
- Einbau Spundwand mit Abdeckholm zur Sicherung Gebäude der ehemaligen Lack-

fabrik

- Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen mit Entwicklungspflege und Flächenkauf Ersatzfläche
- Ökologische Baubegleitung

Die Kostenschätzung ist in Abschnitt 5 aufgeführt.

#### Basiskosten - Kostenschätzung

Die Kostenschätzung erfolgt auf Grundlage ausgeführter Maßnahmen und der dabei erzielten marktüblichen Preise mit Kostenstand 2021. Die **Basisbaukosten** für die Vorzugsvariante (Variante 1.2.A) belaufen sich auf ca. **656.000 € brutto** unter Annahme der oben aufgeführten enthaltenen Kosten. Für die Brücken-Alternativvarianten (Varianten A) sind die Basiskosten im Abschnitt 12 aufgeführt. Die Kostenschätzungen für die Alternativvarianten B und C wurden nicht weitergeführt, da die Kosten in etwa der Vorzugsvariante A entsprachen und die Auswahl in der Folge aufgrund biologischer Sachverhalte erfolgte (vgl. Kapitel 3.7.1)

#### Kostenvarianz, Preissteigerungen, Bruttobaukosten und Baunebenkosten

Eine Kostenvarianz ist gemäß VV-Bau anzusetzen. Zur Berücksichtigung der Ungenauigkeiten in der Kostenermittlung wird abhängig von der jeweils erreichten Planungstiefe (hier Vorplanung) eine Kostenvarianz als prozentualer Zuschlag auf die Basisbaukosten veranschlagt (Tabelle 3-41).

Tabelle 3-41: Anhaltswerte für die Ermittlung des Ansatzes für Kostenvarianz (Layout überarbeitet, DRUCKSACHE 20/6208 2012)

Komplexität des Projektes	Kostenvarianz			Anmerkung
	einfach	mittel	schwierig	
Kostenrahmen	±30 %	±35 %	±40 %	Werte dienen zur Information, z.B. in Drucksachen Werte sind für die Veranschlagung von Baukosten in Kostenunterlagen nach LHO relevant
Kostenschätzung	±20 %	±25 %	±30 %	
Kostenberechnung	±10 %	±15 %	±20 %	
<b>In Kostenunterlagen sind nur 50 % dieser Kostenvarianz anzusetzen.</b>				

Die Kostenvarianz ist nur zu 50 % anzusetzen, im Vorliegenden Fall also mit 12,5 % der Basiskosten (brutto), entsprechend einer mittleren Komplexität. Die Einordnung der Komplexität erfolgt auf Basis der Honorarzone nach HOAI. Die hier vorliegende Maßnahme wird in die Honorarzone III (durchschnittliche Anforderungen) gemäß HOAI eingeordnet.

Die **Kostenvarianz** für die Vorzugsvariante beläuft sich auf ca. **82.000 €**.

Die Preissteigerung wird mit insgesamt 9 % angesetzt. Bei einem geplanten Baubeginn in 2024 werden 3 % Preissteigerung pro Jahr angenommen. Damit beträgt die geschätzte **Preissteigerung ca. 60.000 €**.

Somit ergeben sich für die Vorzugsvariante 1.2.A geschätzte **Bruttobaukosten** von ca. **798.000 € brutto**.

Die Baunebenkosten für das PSP 13105 (Gewässer) werden laut Preisliste 8 LSBG, Gewässer und Hochwasserschutz mit 44,5 % der Bruttobaukosten angesetzt. Damit betragen die Baunebenkosten für die Gewässerplanung gerundet ca. 356.000 €.

Zusätzlich sind Baunebenkosten aus den PSP 13106 (Planfeststellung) und PSP 13107 (2D Modellierung) hinzuzurechnen. Von diesen Kosten sind in der Gewässerplanung 1/3 anzusetzen. Diese zusätzlichen Kosten betragen zusammen 50.000 €.

Insgesamt betragen die **Baunebenkosten 406.000 €**.

### Grunderwerbskosten

Das Flurstück 322, Gemarkung Alt-Rahlstedt (0544) befindet sich im Ankauf durch das Bezirksamt Wandsbek, Fachamt Management des öffentlichen Raumes, Wasserwirtschaft. Die Grundstücksfläche beträgt 5097 m<sup>2</sup>. Der vorverhandelte Grundstückspreis wird mit 4 €/m<sup>2</sup> angesetzt. Somit betragen die Grunderwerbskosten voraussichtlich ca. 21.000 €.

Zusätzlich treten Kosten für den erforderlichen Erwerb einer Ersatzfläche (1.600 m<sup>2</sup>) in Höhe von ca. 3.200 € auf (6 €/m<sup>2</sup> \* 1.600 m<sup>2</sup> \* 1/3).

Insgesamt betragen die **Grunderwerbskosten ca. 25.000 €**.

### 3.8.2 Besondere Kostenrisiken

In dem Projekt bestehen unterschiedliche Gründe, weshalb ein besonderes Kostenrisiko vorherrscht. Diese sind in der folgenden Tabelle 3-42 aufgeführt. Im Zuge einer Entwurfsplanung werden die Kosten weiter konkretisiert und monetär bewertet.

Tabelle 3-42: Art, Umfang, Eintrittswahrscheinlichkeit und Kostenauswirkungen der besonderen Kostenrisiken (+ = gering, ++ = mittel, +++ = groß/hoch)

Art	Umfang	Eintrittswahrscheinlichkeit	Kostenauswirkungen
Kampfmittelfunde	Entschärfung und Entsorgung der Kampfmittel	+++	++
Baugrundrisiko	erweiterte Baugrunduntersuchungen während der Ausführung	++	++
Wasserhaltung	Probleme mit der Wasserhaltung	++ bis +++	++ bis +++
Hochwasserereignisse	auftretende Hochwasserereignisse während der Ausführung	++	++
Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen	zusätzliche Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen infolge unvorhersehbarer Probleme	++ bis +++	++ bis +++
Bodenentsorgung	erweiterte Bodenuntersuchungen und Schadstoffbelastungen	++	++
Ver- und Entsorgungsleitungen	Sicherung und / oder Umverlegung von Leitungen	++	++

### 3.8.3 Erläuterungen zur Folgepflicht und zum Vorteilsausgleich

Während der Baumsetzung sind die vorhandenen Freileitungen zu sichern. Die Möglichkeiten der Leitungssicherung zur Unfallverhütung (tödlicher Stromunfall) während der Baumsetzung werden im weiteren Planungsprozess mit den Versorgern abgestimmt.

### 3.8.4 Folgekosten

Die FAA ist nach der erfolgten Baumsetzung in regelmäßigen Abständen in Augenschein zu nehmen und entsprechend nach Bedarf zu unterhalten bzw. nachzuarbeiten. Zum Beispiel müssen mit Treibgut verlegte Beckenschlitze wieder freigeräumt werden oder bei Beschädigungen Reparaturen vorgenommen werden. Zusätzlich zur Unterhaltung sind stetige Funktionskontrollen der Anlage vorgesehen. Es resultieren jährliche Folgekosten von insgesamt ca. 12.470 € brutto.

Das vorgesehene Monitoring sowie die ggf. erforderlichen Nacharbeiten an der Fischaufstiegsanlage sind zeitlich begrenzt und dienen der Funktionskontrolle. Sie werden daher nicht den Folgekosten, sondern den Baukosten zugeordnet. (Kapitel 3.6.2.4).

Die Ermittlung der Folgekosten ist in Abschnitt 6 dieser Planungsunterlage aufgeführt.

## 3.9 Wahl der Baustoffe und bautechnische Einzelheiten

Für den Bau der FAA (Variante A) werden folgende bevorzugt ortsspezifische Baustoffe benötigt (Schichtaufbau von unten nach oben, Kapitel 3.6.2):

- verdichtetes Planum
- mineralische Filterschicht
- 50 cm kombinierte Stütz- und Deckschicht aus Lesesteinen 100 bis 200 mm sowie Mittel- und Grobkies 16/32
- Störsteine bzw. Beckenriegel

Auf die Verwendung von kombinierten Geogittern wird bewusst verzichtet um Kunststofffeinträger in die Umwelt zu vermeiden.

## 3.10 Ausbau und Ausstattung

Entfällt

## 3.11 Betriebs- und sicherungstechnische Anlagen, Einrichtungen und Ausrüstungen

Entfällt

### 3.12 Angaben zur Bauzeit und zur Durchführung der Baumaßnahme

Gemäß aktuellem Bauablaufplan erfolgt der Gewässerbau in enger Verzahnung mit dem Bau der Straße, der Brücke und des Dammes. Für die Umsetzung der Baumaßnahme ist daher eine enge Abstimmung mit den Fachplanern für den Brückenneubau notwendig. Die Vorbereitenden Arbeiten der Gesamtmaßnahme erfolgen voraussichtlich ab dem 3. Quartal 2023. Der eigentliche Gewässerausbau erfolgt im 2./3. Quartal 2024. Für den Gewässerausbau wird eine Bauzeit von ca. 13 Kalenderwochen angesetzt.

Aufgrund der Lage im nach §30 BNatSchG geschützten Biotop, müssen Baustelleneinrichtungsflächen wie Lager- und Stellflächen für Baustellencontainer /-toiletten etc. außerhalb des Biotops geplant werden. Möglichkeiten bestehen im Bereich des Wendehammers der Straße Wandseredder. Notwendige Baustraßen und Rangierflächen sind im Biotop zulässig. Sie sind dem Flächenbedarfsplan (Abbildung 3-42) zu entnehmen. Der Bauablauf ist wie folgt vorgesehen:

#### Vorbereitende/ begleitende Maßnahmen

- Baumfällarbeiten / Baufeldfreimachung (01.10.-28.02.)
- Kampfmittelondierungen
- Herstellung Baustraßen und Bypass, Trockenlegung Gewässerabschnitt
- Herstellung Baugruben, Wasserhaltung, Bodenaustausch

#### Bauablauf

- Herstellung Brückenwiderlager und Anschlussdamm
- Gewässerausbau unterhalb Brücke
- Herstellung Brückenüberbau
- Herstellung temp. Straßenoberbau, Rückbau Baustraße
- Gewässerausbau Oberwasser
- Abbruch Bestandsbrücke/ Schutz Bestandsgebäude
- Gewässerausbau Unterwasser
- Rückbau/ Verdämmern Bypass und Asphaltflächen
- Herstellung endgültiger Straßenoberbau
- Rückbau BE, Wiederherstellen der Flächen

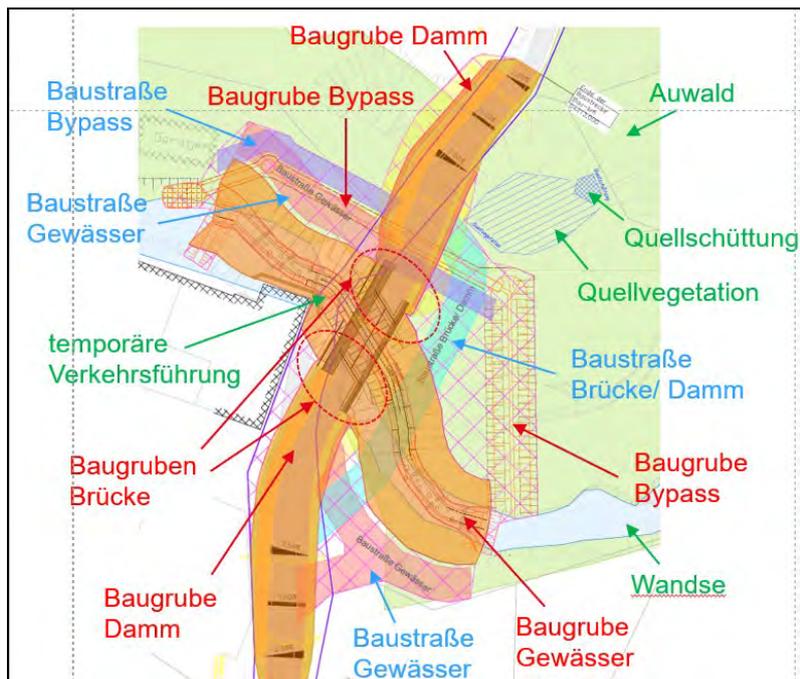


Abbildung 3-42: Flächenbedarfsplan

### 3.13 Auswirkungen aus Immissionen

Lärmemissionen durch den Baubetrieb sind auf das Mindestmaß zu beschränken. Zugunsten der Fauna und den Anwohnern besteht ein nächtliches Bauverbot.

Die Kontamination des Bodens und des Wassers mit Ölen, Fetten und Treibstoffen ist zu verhindern, um für alle Artengruppen, insbesondere für Amphibien, Fische und den Fischotter eine Schädigung zu vermeiden.

Durch die Maßnumenurnsetzung kann sich eine temporäre Trübungsflahn in der Wandse ausbilden. Dies kann durch geeignete Maßnahmen (z.B. bauzeitliche Vorhaltung eines Schwemm- und Treibselfanges) vermindert werden.

### 3.14 Voraus- und Folgemaßnahmen

Vor Baubeginn und nach Baubeendigung sind die unten aufgeführten Maßnahmen durchzuführen. Diese Maßnahmen beruhen auf den vorläufigen Erkenntnissen der Vorplanung. Diese können sich in den weiteren Planungsphasen noch ändern.

#### Vor Baubeginn:

- Rodungsarbeiten
- Kampfmittelondierung
- Baustelleneinrichtung (Beschilderung, Sicherung, Zuwegungen)
- Errichten der bauzeitlichen Verkehrsführung
- Absteckung
- Leitungsumlegung
- Herstellung Bypass
- Herstellung Wasserhaltungsmaßnahmen
- evtl. vorgezogenen Ausgleichsmaßnahmen umsetzen

#### Nach Baubeendigung

- Rückbau Baustelleneinrichtung
- Rückbau bzw. Verdämmern des Bypasses
- Bestandsvermessung
- Ersatz- und Ausgleichsmaßnahmen
- Fertigstellungs- und Entwicklungspflege
- Monitoring
- Nacharbeiten FAA

### **3.15 Auswirkungen der Baumaßnahme auf das unmittelbare und erweiterte Umfeld**

Durch die Umsetzung der Vorzugsvariante wird die gewässerökologische Durchgängigkeit der Wandse wiederhergestellt, welche positive Auswirkungen auf die Flora und Fauna hat. Besonders für die Fauna wird die Auf- und Abwanderung zu den Laich- und Lebensräumen ermöglicht.

### **3.16 Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen zum Schutz von Natur und Landschaft**

Der Landschaftspflegerische Begleitplan liegt bisher im Entwurf vor und befindet sich noch in der Abstimmung.

Innerhalb des Artenschutzrechtlichen Fachbeitrages wurden folgende Vermeidungsmaßnahmen festgelegt um das Eintreten von Verbotstatbeständen zu verhindern:

V1 – Bauzeitenregelung Vögel: Bauzeit zwischen 1. Oktobe rund 28. Februar, bei Abweichung der Bauzeit sind aktive Vergrämungsmaßnahmen zu ergreifen

V2 – Ökologische Baubegleitung: für Fällungs- und Abrissarbeiten

V3 – Baumkontrolle auf Fledermausquartiere bzw. Höhlen- und Nischenbrüter, ggf. vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen bzw. Ersatzhabitate

V4 – Bauwerkskontrolle vor Abriss auf Fledermausquartiere, ggf. vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen bzw. Ersatzhabitate

V5 – Verhinderung der Kontamination des Bodens mit Ölen, Fetten und Treibstoffen

Des Weiteren wurden folgende Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen im Rahmen der Eingriffsprüfung festgelegt:

- Abfischen sedimentgebundener Arten im Baubereich vor Trockenlegung und Überführung in geeignete Habitate

### **3.17 Anlagevermögen**

Nach Fertigstellung und Abnahme der Baumaßnahme geht die Fischaufstiegsanlage in das Anlagevermögen des Bezirksamts Wandsbek, Abteilung Wasserwirtschaft über.

## 4 Grunderwerb

Das Flurstück 322, Gemarkung Alt-Rahlstedt (0544) befindet sich im Ankauf durch das Bezirksamt Wandsbek, Abteilung Wasserwirtschaft (siehe Kapitel 3.8.1). Die Umsetzung der Maßnahmen hängt von dem Erwerb der benötigten Fläche ab.

Das Flurstück 319 soll nicht angekauft werden. Für die temporär benötigte Baustelleneinrichtungsfläche auf dem Flurstück 319 wird eine Nutzungsgenehmigung vom Eigentümer eingeholt. Für die Gewässerparzelle westlich der Brücke Wandseredder wird der Bezirk die Abtretung der Ausbaugenehmigung für das Gewässer vom Eigentümer an den Bezirk beantragen.

Die Fläche 312, die ggf. als temporäre Lagerfläche benötigt wird, befindet sich bereits im Allgemeinen Grundvermögen der Freien und Hansestadt Hamburg. Eine temporäre Nutzung wird mit dem Landesbetrieb Immobilienmanagement und Grundvermögen (LIG) abgesprochen. Ein Ankauf ist ebenfalls nicht erforderlich.

Zusätzlich ist eine Ersatzfläche für die Wiederherstellung von Auwald in Höhe von ca. 1.600 m<sup>2</sup> anzukaufen. Die Fläche steht noch nicht fest.

Tabelle 4-1: Zu erwerbendes Flurstück

<b>Flurstücke</b>	<b>Gemarkung</b>	<b>Eigentümer</b>
322	0544	Rosenberger KG

Tabelle 4-2: Temporär erforderliche Flächen (kein Erwerb erforderlich)

<b>Flurstücke</b>	<b>Gemarkung</b>	<b>Eigentümer</b>
312	0544	Freie und Hansestadt Hamburg
319	0544	Rosenberger KG
7124	0544	Flächen des Bezirks - Tiefbau

## 5 Anmerkungen zur Finanzierung

Die Finanzierung der Teilbaumaßnahme „Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit des Gewässers“ erfolgt durch das Bezirksamt Wandsbek, Abteilung Wasserwirtschaft (Kontrakt 2009). Die Baukosten für die übergreifenden Gewerke wie Verkehrssicherung, Kampfmittelondierung, Bypasslegung, Einbau Spundwand mit Abdeckholm zur Sicherung Gebäude der ehemaligen Lackfabrik, Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen sowie die ökologische Baubegleitung werden nur zu 1/3 in der Teilbaumaßnahme „Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit des Gewässers“ angesetzt. Die übrigen 2/3 werden über die Baumaßnahme „NW-Nr. 495: Grundinstandsetzung Brücke Wandseredder“ berücksichtigt.

Die Gesamtbaukosten betragen 1,204 Mio. € brutto. Darin enthalten sind die Baunebenkosten von 406.000 € Die Bruttobaukosten betragen 798.000 €.

Die Grunderwerbskosten betragen ca. 25.000 €.

## 6 Sonstiges, Weiterer Klärungs- und Handlungsbedarf

Für die anschließenden Planungsphasen sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Kartierergebnisse sowie naturschutzfachliche Untersuchungen
- Baugrunderkundung unterhalb der Brücke Wandseredder
- enge Abstimmungen zwischen den Planern des Brückenneubaus sowie der FAA, vor allem hinsichtlich Gestaltung der Gewässersohle unterhalb der Brücke sowie des Bauablaufes

## 7 Quellenverzeichnis

AKTION FISCHOTTERSCHUTZ 2009: Gestaltung von Otterdurchlässen an Straßen – Ein Leitfaden zur Konstruktion von Querungshilfen für Fischotter. – Aktion Fischotterschutz e. V. des OTTER-ZENTRUMS in Hankensbüttel 2009, 1. Auflage, 27 S.

BBI (2018): BV Wandserredder Hamburg Rahlstedt – BW-Nr.: 1382 Wandserredder - Orientierende Schadstoffuntersuchung (Flurstück 322); BBI Geo- und Umwelttechnik, Ingenieur-Gesellschaft mbH, Beratende Ingenieure; 31.01.2018; 71 S.

BBI (2020): GI Brücke Wandserredder – BW-Nr.: 495 – Hamburg-Rahlstedt: Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit des Gewässers, Hier: Technische Bewertung zur Umsetzung der Maßnahme; BBI Geo- und Umwelttechnik, Ingenieur-Gesellschaft mbH, Beratende Ingenieure; 03.07.2020; 21 S.

BESSON, S., BARAN, P., PESME, E. & DURLET, P. (2009): Study of the crossing capacity of the brook lamprey (*Lampetra planeri*, Bloch 1784) with a view to defining the criteria for dimensioning crossing devices.-Technical report Parc naturel regional du Morvan, ONEMA, CE MAGREF.

BOLLRICH, G. (2013): Technische Hydromechanik 1: Grundlagen – Band 1 von Technische Hydromechanik. – Beuth Verlag, 450 S.

BRÄMICK, U., ROTHE, U., SCHUHR, H., TAUTENHAHN, M., THIEL, U., WOLTER, C. & ZAHN, S. (1999): Fische in Brandenburg, Verbreitung und Beschreibung der märkischen Fischfauna. - Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Brandenburg u. Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam (Hrsg.), 151 S.

BRUNKE, M. & HIRSCHHÄUSER, T. (2005): Empfehlungen zum Bau von Sohlgleiten in Schleswig-Holstein. - Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, 48 S.

BUSCHHÜTER, T. (2015): Über die alte Lackfabrik an der Wandse. Artikel publiziert am 8. Oktober 2015 von Ole Thorben Buschhüter, Mitglied der Hamburgischen Bürgerschaft, SPD-Wahlkreisbüro Rahlstedt. URL: <https://www.buschhueter.de/ueber-die-alte-lackfabrik-an-der-wandse/>, Abruf am 11.06.2019

COLLING, M. (1996): Ökologische Typisierung der aquatischen Makrofauna. - Informationsberichte des Bayrischen Landesamtes für Wasserwirtschaft 4/96, 543 S.

DIEKMANN, M., DUBLING, U. & BERG, R. (2005): Handbuch zum fischbasierten Bewertungssystem für Fließgewässer (fiBS), Hinweise zur Anwendung. - Fischereiforschungsstelle Baden-Württemberg, Langenargen, 71 S.

DIERKING, R. & WEHRMANN, L. (1991): Artenschutzprogramm Fische und Rundmäuler in Hamburg. - Umweltbehörde Hamburg [Hrsg.], 126 S.

DRUCKSACHE 20/6208 (2012): Mitteilung des Senats an die Bürgerschaft - Kostenstabiles Bauen – Fortentwicklung des öffentlichen Bauwesens. – Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg [Hrsg.], 20. Wahlperiode, 04.12.2012, 20 S.

DUH 2015: Handlungsleitfaden für den ottergerechten Umbau von Brücken. Deutsche Umwelthilfe e. V. (DUH), Berlin, Juli 2015, 48 S.

DWA (2014): Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung. Merkblatt DWA-M 509 der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. v. vom Mai 2014 in Hennef, 335 S.

GEBHARDT, H. & NESS, A. (2003): Fische - Die heimischen Süßwasserfische sowie Arten der Nord- und Ostsee. - München (BLV Verlagsgesellschaft), 128 S.

Geoportal Hamburg (2019): Geoportal Hamburg – öffentlich zugängliches Onlineportal betrieben durch den Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung. URL:

<https://geoportal-hamburg.de/geoportal/geo-online/>

HmbGVBI (1986): Verordnung über das Überschwemmungsgebiet der Wandse zwischen der Landesgrenze und der Maxstraße. Hamburg. 269 S.

HWaG (2005): Hamburgische Wassergesetz. Hamburg.

JENS, G., BORN, O. HOHLSTEIN, R., KÄMMEREIT, M., KLUPP, R., LABETZKI, P., MAU, G., SEIFERT, K., WONDRAK, P. (1997): Fischwanderhilfen - Notwendigkeit, Gestaltung, Rechtsgrundlagen. - Schriftenreihe des Verbandes Deutscher Fischereiverwaltungsbeamter und Fischereiwissenschaftler e.V., Heft 11, 114 S.

KOTTELAT, M. & FREYHOF, J. (2007): Handbook of European Freshwater fishes. – Eigenverlag, 646 S.

LEMCKE, R. & WINKLER, H.M. (1998): Überwindung von Hindernissen durch wandernde Flussneunaugen. Wasser und Boden 3 (50): 15 -17.

LIMNOBIOS (2012): Die Obere Wandse in Hamburg OWK al\_12 – Fischbestandskundliche Untersuchungen und ökologische Bewertung der Fischfauna gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie, 1. Folgebewertung 2011. Im Auftrag der Freien und Hansestadt Hamburg, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Amt für Umweltschutz. 22 S.

LUNG (2015): Bemessung und Funktionskontrolle von Fischaufstiegsanlagen in Mecklenburg-Vorpommern – Kurzanleitung, Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, 31 S.

MAITLAND, P. S. & LINSELL, K. (2007): Süßwasserfische. Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG, Stuttgart, 272 S.

MEHL, D. & THIELE, V. (1998): Fließgewässer- und Talraumtypen des Norddeutschen Tieflandes. – Berlin, Wien (Paul Parey Verlag), 261 S.

MÜLLER, H. (1983): Fische Europas. - Leipzig/ Radebeul (Neumann Verlag), 320 S.

OGewV (2016): Oberflächengewässerverordnung vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S: 1373): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer.

POTTGIESSER, T., SOMMERHÄUSER, M. (2008): Erste Überarbeitung der Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen.

RUSSON, I.J & KEMP, P.S. (2011): Experimental quantification of the swimming performance and behaviour of spawning run river lamprey *Lampetra fluviatilis* and European eel *Anguilla anguilla*. Journal of Fish biology 78:1965 -1975.

STORCHENEGGER, ISIDOR (2001): Gewässerausbau, Gewässerregulierung – Lehrmaterial. - Universität Rostock, Institut für Kulturtechnik und Siedlungswasserwirtschaft.

Umweltbundesamt (2014): Hydromorphologische Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen, Anhang 1 von „Strategien zur Optimierung von Fließgewässer-Renaturierungsmaßnahmen und ihrer Erfolgskontrolle, im Auftrag des Umweltbundesamtes, Text 43/2014, 288 S.

WENDEHORST (2007): Bautechnische Zahlentafeln. Teubner Verlag Stuttgart 2007, 32. Auflage, 1.488 S.

WINKLER, H. M., WATERSTRAAT, A., HAMANN, N., SCHAARSCHMIDT, T., LEMCKE, R., ZETTLER, M. L. (2007): Verbreitungsatlas der Fische, Rundmäuler, Großmuscheln und Großkrebse in Mecklenburg-Vorpommern. – Natur & Text, Rangsdorf, 180 S.

WRRL (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie), Amtsblatt der EG Nr. L 327/1 vom 22.12.2000

## 8 Aufstellungsvermerk

Verfasser:

Institut biota GmbH  
Nebelring 15  
18246 Bützow

Bützow, den 21.12.2021

elektronisch gezeichnet

---



Aufgestellt:

Freie und Hansestadt Hamburg  
Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer (LSBG)  
Geschäftsbereich Gewässer und Hochwasserschutz  
Fachbereich Hydrologie und Wasserwirtschaft -G1-  
Sachsenfeld 3 – 5  
20097 Hamburg

Hamburg, den 10.01.2022

elektronisch gezeichnet

---



Freie und Hansestadt Hamburg  
Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer  
Sachsenfeld 3-5  
20097 Hamburg

Titelbild: Wandse oberhalb Brücke Wandseredder  
(Institut biota GmbH, 2019)