



## UNTERLAGENVERZEICHNIS

NR.	BEZEICHNUNG	MAßSTAB	SEITEN / BLÄTTER
	<b>Erläuterungsbericht</b>		37
<b>1</b>	<b>Lagepläne</b>		
1.1	Lageplan V1, Orthofoto	1:150	1
1.2	Lageplan V1	1:150	1
1.3	Lageplan V2, Orthofoto	1:150	1
1.4	Lageplan V2	1:150	1
<b>2</b>	<b>Regelquerschnitte / Querprofile</b>		
2.1	Querprofile QP 1-2	1:50	1
2.2	Querprofil QP 3	1:50	1
<b>3</b>	<b>Längsschnitte</b>		
3.1	Längsschnitt Fischaufstiegsanlage	1:150	1
<b>4</b>	<b>Hydraulische Berechnungen</b>		
4.1	Hydraulische Vordimensionierung Fischaufstiegsanlage		10
<b>5</b>	<b>Bautechnische Nachweise</b>		
5.1	Tragwerksplanung, LP2		21
<b>6</b>	<b>Ergänzende Unterlagen</b>		
6.1	Fotodokumentation		4
<b>7</b>	<b>Vermessungstechnische Unterlagen</b>		
7.1	Entwurfsvermessung	1:250	1
<b>8</b>	<b>Geotechnische Untersuchungen</b>		
8.1	Baugrundgutachten		
<b>9</b>	<b>Kostenermittlung</b>		
9.1	Kostenschätzung		20

# Bundesprogramm Biologische Vielfalt „Lebendige Luppe“ Attraktive Auenlandschaft als Leipziger Lebensader Biologische Vielfalt bringt Lebensqualität in die Stadt

## Planung einer Fischaufstiegsanlage mit der Funktion eines Niedrigwasserregelungsbauwerks am Nahlewehr (FAA)

### Leistungsphase 2 – Vorplanung

28. April 2025



LEBENDIGE LUPPE				
Förderer				
 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz	 Bundesamt für Naturschutz	 Sächsische Landesstiftung Natur und Umwelt Naturschutzfonds		
Projektpartner				
 Stadt Leipzig Amt für Stadtgrün und Gewässer	 NABU Landesverband Sachsen e.V.	 UNIVERSITÄT LEIPZIG	 UFZ HELMHOLTZ Zentrum für Umweltforschung	 Sächsische Landesstiftung Natur und Umwelt
Das Projekt Lebendige Luppe wird durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit im Rahmen des Bundesprogramms Biologische Vielfalt gefördert. Die Lebendige Luppe ist ein Schlüsselprojekt des Grünen Ringes Leipzig und des NABU Leipzig.			 leben.natur.vielfalt das Bundesprogramm	

#### Vorhabensträger:

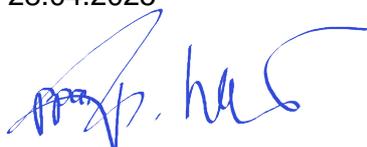


**Stadt Leipzig**  
Amt für Stadtgrün und Gewässer

**Stadt Leipzig**  
Amt für Stadtgrün und Gewässer

Abt. Gewässerentwicklung  
SG Wasserbaumanagement  
Prager Straße 118 - 136  
04317 Leipzig

**Verfasser:**  
Chemnitz,  
28.04.2025



C&E - Consulting und  
Engineering GmbH



**C&E Consulting und Engineering GmbH**

Jagdschänkenstraße, 52  
09117, Chemnitz

## Inhaltsverzeichnis

1.	Veranlassung und Zielstellung.....	6
2.	Planungsgrundlagen.....	7
2.1.	Arbeitsgrundlagen .....	7
2.2.	Träger öffentlicher Belange/ Versorgungsunternehmen.....	8
3.	Bestehende Verhältnisse.....	8
3.1.	Bearbeitungsgebiet.....	8
3.2.	Territoriale Einordnung .....	9
3.3.	Beschreibung und Zustand „Nahlewehr“.....	10
3.3.1.	Wasserwirtschaftliche Beschreibung des Wehres im Ist-Zustand.....	11
3.3.2.	Bestehende Planung.....	12
3.3.3.	Zuwegung .....	12
3.3.4.	Schutzgebiete, geschützte Biotope und Wald .....	12
3.3.5.	Geologische, bodenkundliche und hydrogeologische Verhältnisse.....	14
3.3.6.	Eigentümer-Belange und Flächenverfügbarkeit .....	20
3.4.	Archäologie und Denkmalschutz .....	21
4.	Möglichkeiten zur Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit.....	22
4.1.	Vorbemerkung.....	22
4.2.	Art der Fischaufstiegsanlage .....	22
4.3.	Art des Bypasses .....	23
4.4.	Anordnung der Fischaufstiegsanlage .....	24
4.5.	Variantenprüfung der Fischaufstiegsanlage.....	25
4.6.	Ausbildung Bypassanlage.....	28
5.	Tragwerksplanung .....	29
6.	Kostenschätzung .....	36
7.	Fazit und Hinweise.....	37

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Teilauszug Projektgebiet Lebendige Luppe; Einordnung Nahlewehr.....	6
Abbildung 2: Übersichtskarte Projektgebiet mit Eintragung des Nahlewehrs .....	9
Abbildung 3: Übersicht Wehranlage sowie der vorhandenen Randbedingungen .....	10
Abbildung 4: Nahlewehr - Wehrkörper, Tosbecken, Furt .....	11
Abbildung 5: Schutzgebiete, Biotope und Lebensraumtypen im Bereich des Nahlewehrs ....	13
Abbildung 6: Eigentumsverhältnisse der Flurstücke im Betrachtungsraum .....	21
Abbildung 7: Option zur Einordnung der Fischaufstiegsanlage.....	25
Abbildung 8: Potenzieller Baubereich rechtes Nahleufer .....	26
Abbildung 9: Skizze, Fischaufstiegsanlage Variante 1 .....	27
Abbildung 10: Tragwerksskizze FAA im Querschnitt .....	31
Abbildung 11: Tragwerksskizze Verschlussbereich .....	33
Abbildung 12: Tragwerksskizze Brückenbereich.....	35

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Darstellung der Schutzgebiete im Betrachtungsraum.....	13
Tabelle 2: Eigentümer im Betrachtungsraum.....	20

## Abkürzungsverzeichnis

BAB	Bundesautobahn
BAST	Bundesanstalt für Straßenwesen
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
EAB	Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben
FAA	Fischaufstiegsanlage
FHH	Fauna-Flora-Habitat-Gebiet
HQ1	Abflussmenge bei Hochwasser; H = Hochwasser, Q = Abfluss-Kennzahl, Zahl = Angabe, in wie vielen Jahren das Ereignis statistisch vorkommt (Jährlichkeit)
LaNU	Landesstiftung Natur und Umwelt
LSG	Landschaftsschutzgebiet
LTV	Landestalsperrenverwaltung d. Freistaates Sachsen
m ü NHN	Meter über Normalhöhennull
NSG	Naturschutzgebiet
Q <sub>30</sub>	Abfluss, der im Durchschnitt 30 Tage/ Jahr unterschritten wird
SächsWaldG	Waldgesetz für den Freistaat Sachsen
SächsWG	Sächsisches Wassergesetz
SPA	Special Protected Area; EU-Vogelschutzgebiete
TÖB	Trägern öffentlicher Belange
UWB-sohle	Unterwasserbetonsohle
WSG	Wasserschutzgebiet

## 1. Veranlassung und Zielstellung

Das Projekt „Lebendige Luppe“ ist eines der derzeit bedeutendsten Naturschutzprojekte in Deutschland. Es wird im Wesentlichen vom BfN Bundesamt für Naturschutz sowie der Sächsischen Landesstiftung Natur und Umwelt (LaNU) gefördert.

Das Projekt greift die Idee auf, die nachhaltige Entwicklung des Auenwaldes im Nordwesten der Stadt Leipzig zu unterstützen, maßgebende Fließgewässer zu revitalisieren, den aueartigen Wasserhaushalt zu stabilisieren, damit die daran gekoppelten typischen Biotop- und Habitatstrukturen gesichert und entwickelt werden können.

Das gesamte Projektgebiet befindet sich südlich des Gewässers erster Ordnung Neue Luppe und erstreckt sich von den Gewässern erster Ordnung Elsterbecken, Nahle und Kleine Luppe bis zum Gewässer erster Ordnung Luppe-Wildbett an der BAB 9. Der hier gegenständliche Bereich des Gewässers erster Ordnung Nahle einschließlich des Nahlewehrs werden in der Abbildung 1 dargestellt.

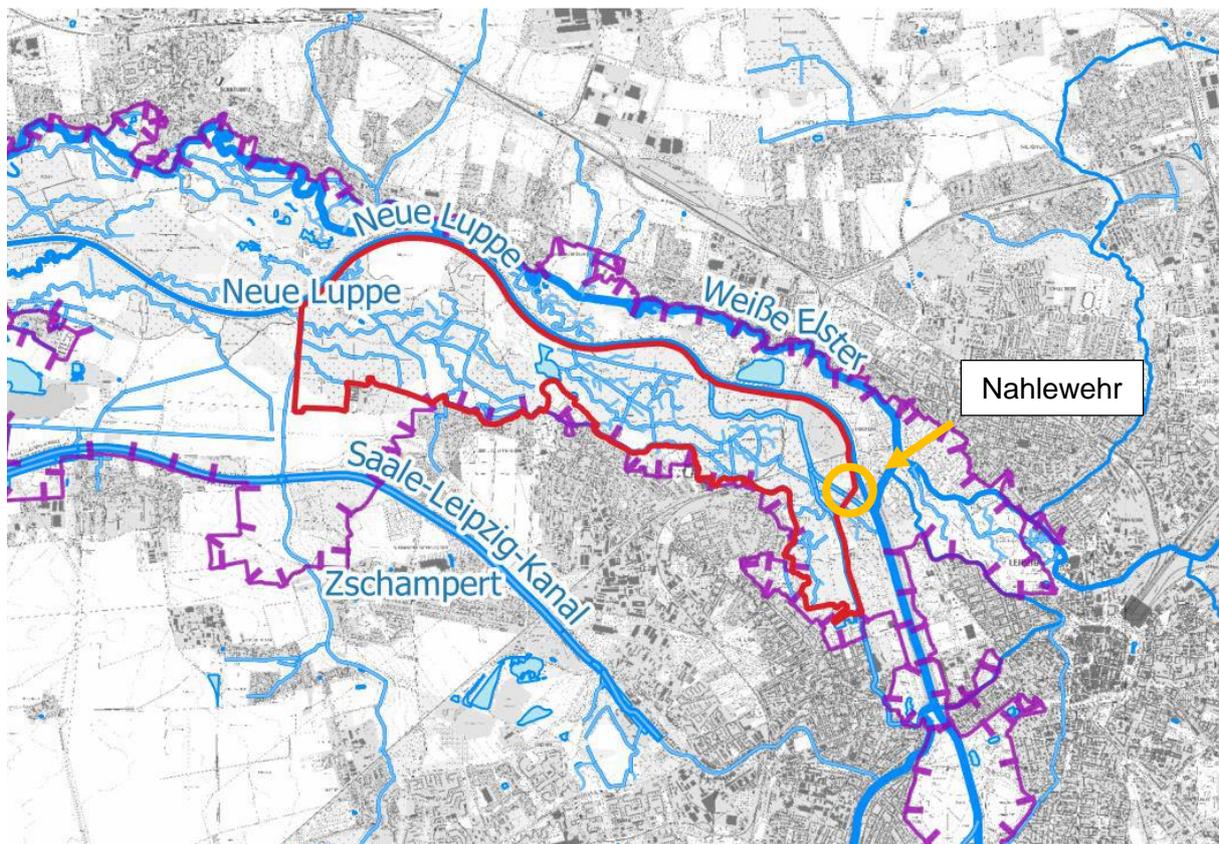


Abbildung 1: Teilauszug Projektgebiet Lebendige Luppe; Einordnung Nahlewehr

Die Gewässer erster Ordnung und die zugehörigen wasserwirtschaftlichen Anlagen befinden sich allesamt in der Unterhaltungslast sowie im Eigentum der Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen und werden durch diese betrieben. Im Rahmen der Planungen zur Lebendigen Luppe soll das Wasser der Kleinen Luppe (1. Ordnung) vollständig in das von der Stadt Leipzig zu erweiterndem Gewässer Burgauenbach (2. Ordnung) eingeleitet werden. Dadurch geht die ökologische Durchgängigkeit zwischen der Nahle und der Weißen Elster

oberhalb des Elsterbeckens, die bis jetzt über die Kleine Luppe gewährleistet wurde, verloren. Seitens der Fischereibehörde wird deshalb gefordert, am Nahlewehr eine Fischaufstiegsanlage vorzusehen, die zumindest eine ökologische Durchgängigkeit zwischen Nahle und Elsterbecken herstellt. Gleichzeitig muss dann an dieser Stelle die Funktion eines Niedrigwasserregelungsbauwerkes erfüllt werden, da die bestehenden Schütze am Nahlewehr nur für die Steuerung im Hochwasserfall ausgelegt und geeignet sind.

Planungsziel des mit dieser Grundlagenermittlung betrachteten Planungsabschnittes ist:

- die Errichtung einer technischen Fischaufstiegsanlage
- der Umbau des vorhandenen Wirtschaftsweges
- die Errichtung einer Querungsmöglichkeit (Überquerungsmöglichkeit der FAA)
- die Errichtung einer sinnvoll angeordneten Bypassanlage.

Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie [6] wurden unter Nutzung einer Bewertungsmatrix bereits Lösungsmöglichkeiten sowohl für die Lage der Trasse (links- oder rechtsseitige Anordnung der FAA) als auch die Vereinbarkeit mit dem vorhandenen Wirtschaftsweg (Wegquerung) geprüft. Eine generelle Gewässerquerung wird weiterhin durch die bestehende Furt gewährleistet. Die Vorplanung greift sowohl die vorläufige Vorzugsvariante (verkürzte FAA, rechtsufrig) der Machbarkeitsstudie sowie die in der Grundlagenermittlung [10] festgelegten planerischen Randbedingungen auf.

## 2. Planungsgrundlagen

Im Folgenden sind ausgewählte, wichtige Arbeitsgrundlagen benannt, welche bei der Erstellung der Grundlagenermittlung und Vorplanung zitiert wurden.

### 2.1. Arbeitsgrundlagen

#### Aufgabenstellung

- [1] Stadt Leipzig, Amt für Stadtgrün und Gewässer, Abt. Wasserwirtschaft/Flächenmanagement (2023): Leistungsbeschreibung, Planungsleistungen „Lebendige Luppe“, Planung einer Fischaufstiegsanlage mit der Funktion eines Niedrigwasserregelungsbauwerkes am Nahlewehr (FAA) in den Leistungsphase 1-4, 01.11.2023.

#### Geobasisdaten

- [2] Vermessungsdaten des Vermessungsbüros GEO-METRIK Ingenieurgesellschaft mbH Leipzig (PDF und DWG), 10.10.2023.
- [3] Baumkataster des Vermessungsbüros GEO-METRIK Ingenieurgesellschaft mbH Leipzig (PDF und DWG), 17.10.2023.

Vorliegende Planung, Gutachten, Studien:

- [4] Baugrundgutachten der Firma KWL Gruppe – Bau + Service Leipzig GmbH, 28.10.2014.
- [5] Baugrundgutachten der Firma GGL, 29.02.2024
- [6] Machbarkeitsstudie B02.3 Nahlewehr der Planungsgemeinschaft Lebendige Luppe Leipzig BA 1-3, 22.09.2023.
- [7] Planungsgemeinschaft Lebendige Luppe (2021): Versorgungsunternehmen und TöB.
- [8] Tragwerksplanung Vorplanung der Firma Fröhner Ingenieure GmbH, 22.01.2024.

- [9] Planungsgemeinschaft Lebendige Luppe (2023): Steuerungskonzept.
- [10] Grundlagenermittlung zur Planung einer Fischaufstiegsanlage mit der Funktion eines Niedrigwasserregelungsbauwerks am Nahlewehr (FAA), C&E Consulting und Engineering GmbH, 06.02.2024.
- [11] Protokoll zur Vorabstimmung der technischen Lösung mit der Fischereibehörde v. 10.01.2025.
- [12] Stellungnahme der LTV zur Lesefassung der Vorplanung v. 06.03.2025.
- [13] Protokoll zur Beratung mit der LTV bzgl. der Stellungnahme (vgl. [12]) v. 28.03.2025.

## 2.2. Träger öffentlicher Belange/ Versorgungsunternehmen

Im Zuge des Projektes „Lebendige Luppe“ wurde die Betroffenheit von Versorgungsunternehmen und Trägern öffentlicher Belange (TÖB) auf Grundlage der durch den Auftraggeber übergebenen TÖB-Liste abgefragt. Die Rückmeldung gingen Anfang 2021 von allen angefragten TÖB ein. Unter der Prämisse, dass jeweils der komplette Medien- und Leitungsbestand übergeben wurde, sind derzeit keine Defizite erkennbar. Unterlage [7] enthält eine Übersicht der beteiligten TÖB einschließlich einer Zusammenfassung der Ergebnisse. Die Informationen sind sowohl im Projekt „Lebendige Luppe“ als auch in der vorliegenden Maßnahme eingearbeitet.

Im Zuge der Bearbeitung – LPH 2 – wurde eine erneute Medienträgerbeteiligung durchgeführt (Stand 04/2024). Im Ergebnis dessen ist zu konstatieren, dass lediglich die Kommunalen Wasserwerke Leipzig Medienleitungen im Planungsumfeld betreiben. Diese Leitungen / Kanäle verlaufen allerdings nach aktuellem Stand außerhalb der Baumaßnahme. Das Baugrundgutachten verweist auf Seite 32 auf eine Versorgungsleitung mit unbekannter Lage – die Lage und Funktion der Leitung ist im Weiteren Planungsprozess zu eruieren.

Grundlegend erfolgten jedoch nachfolgende Hinweise in dem Zusammenhang:

- Die Nahlefurt sowie die befestigten Wege im Ufer- und Böschungsbereich des Tosbeckens dienen als Zuwegung zu den Betriebswegen der Wasserwerke. Das Brückenbauwerk / Überfahrt ist derart zu gestalten, dass eine Überfahrt mit Betriebsfahrzeugen jederzeit möglich ist
- Im Randbereich sind Flurstücke (voraussichtlich Flurstück 609/7) der Wasserwerke durch die Baumaßnahme betroffen; dies gilt es im weiteren Planungsprozess liegenschaftsseitig abzustimmen.

## 3. Bestehende Verhältnisse

### 3.1. Bearbeitungsgebiet

Das Projektgebiet liegt in der Elster-Luppe-Aue südlich der Neuen Luppe. Es befindet sich vollständig im Gebiet der Stadt Leipzig innerhalb der Stadtbezirke Nordwest und Alt-West in den Ortsteilen Möckern, Wahren, Lützschena-Stahmeln, Böhlitz-Ehrenberg, Leutzsch und Alt-Lindenau (Abbildung 2).

Das Nahlewehr befindet sich im Eigentum und in Zuständigkeit der Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen. Es liegt am östlichen Rand des Projektgebietes an der Neuen Luppe.

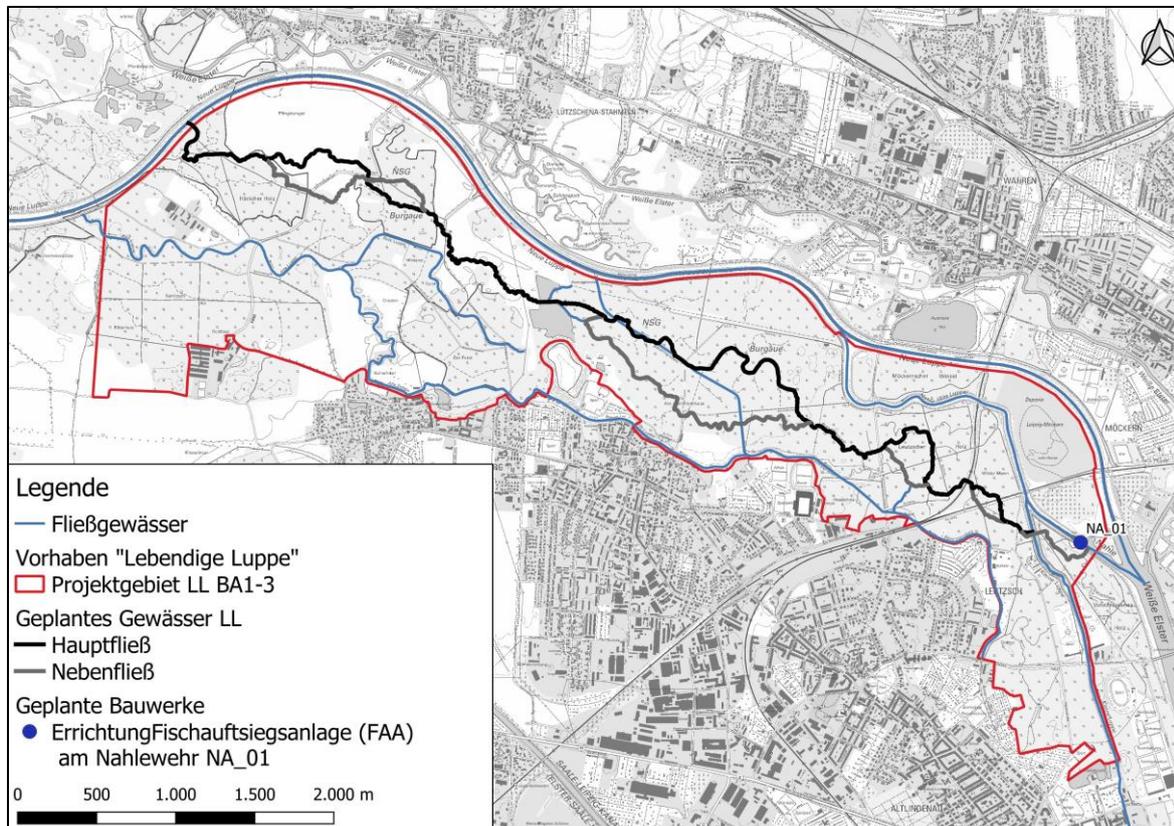


Abbildung 2: Übersichtskarte Projektgebiet mit Eintragung des Nahlewehrs

### 3.2. Territoriale Einordnung

Das Nahlewehr (Abbildung 3) befindet sich in der Stadt Leipzig, Stadtteil Zentrum-Nordwest in der Nahle, welche vom Elsterbecken gespeist wird und in die Neue Luppe mündet. Es befindet sich im Landschaftsschutzgebiet „Leipziger Auwald“. Auf der linken Seite des Gewässers befindet sich ein Unterhaltungsweg, woran sich landseitig eine Waldfläche anschließt. Rechts befindet sich die rekultivierte Deponie Nahledreieck.

Rechts oberhalb des Wehres befindet sich eine mit Gehölzen und Röhricht bewachsene Bucht. Unterhalb des Wehres schließen beidseitig Deiche an. Die maximale Geländehöhe beträgt ca. 106,5 m NHN.

Unterwasserseitig befindet sich eine Furt zur Querung der Nahle zu Betriebs- und Unterhaltungszwecken der Deponie und wasserwirtschaftlichen Anlagen.

Im Betrachtungsraum befinden sich beidseitig Hochwasserdeiche, welche bis zur gezielten Polderflutung den Hochwasserschutz sicherstellen.

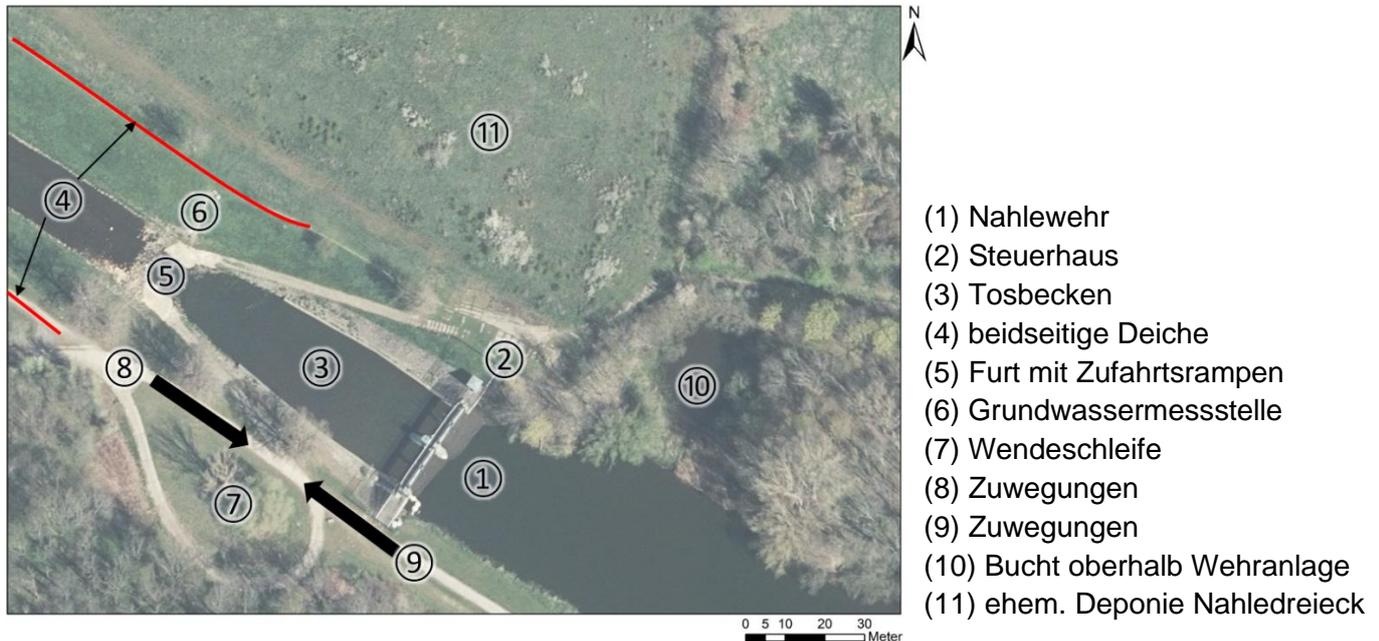


Abbildung 3: Übersicht Wehranlage sowie der vorhandenen Randbedingungen

### 3.3. Beschreibung und Zustand „Nahlewehr“

Das Wehr wurde im Zeitraum 1956 bis 1957 errichtet, 1971 erfolgte ein Ersatzneubau und 2002 wurden der Stahlwasserbau sowie das Tosbecken der Anlage instandgesetzt. Zusammen mit dem Unteren Elsterwehr und dem Luppewehr regelt das Nahlewehr die Stauhaltung des Elsterbeckens sowie die Hochwasserverteilung.

Es ist ein Schützenwehr, bestehend aus 4 elektrisch angetriebenen Rollschützen je 6 m Breite und 2 m Höhe. Diese sind paarweise angeordnet, in der Mitte befindet sich ein Wehrpfeiler. Das Wehr hat eine Gesamtbreite von 24,6 m.

Das Tosbecken ist aus Beton und wird im Unterwasser durch eine ebenfalls betonierte Furt begrenzt. Die Ufer des Tosbeckens sind mit Spundwänden eingefasst, darüber ist die Böschung gepflastert. Rechts neben des Wehrs befindet sich ein Steuerhaus. Es führen beidseitig Wege am Wehr vorbei, welche als mit Rasengittersteinen befestigte Rampen schräg in die Böschung schneiden und unterhalb des Tosbeckens an die Furt anbinden (Abbildung 4).



Abbildung 4: Nahlewehr - Wehrkörper, Tosbecken, Furt

### 3.3.1. Wasserwirtschaftliche Beschreibung des Wehres im Ist-Zustand

Am nördlichen Ende des Elsterbeckens wird der Wasserstand von drei Wehren (Elsterwehr, Luppewehr und Nahlewehr) im Normalfall auf einer Höhe von 104,00 mNHN gehalten. Seitens der LTV wurde darauf hingewiesen, dass der angesetzte Dauerstau von 104,00 m ü. NHN bei langanhaltenden Niedrigwasserabflüssen unterschritten und auch bei kleineren Hochwasserabflüssen überschritten wird. Demnach ist der Fischpass sowie der Bypass so zu konstruieren, dass diese auch bei Schwankungen des Oberwasserstands von ca. 103,70 – 104,20 m ü. NHN funktionieren [12].

Das Nahlewehr besteht aus vier Rollschützen und ist im Normalfall verschlossen, wobei ein geringer Abfluss von 0,2 m<sup>3</sup>/s in die Nahle abgegeben wird. Für Funktionstests müssen die Rollschützen monatlich einmal bewegt, also partiell geöffnet werden. Dabei werden jeweils zwei Schütztafeln (die zwei äußeren oder die zwei inneren) gleichzeitig innerhalb einiger Minuten gezogen. Die Öffnungsgeschwindigkeit wird dabei von der Strömung im Unterwasser

des Wehres begrenzt, die nicht zu Beschädigungen des Tosbeckens und seiner Sicherungen führen darf. Die Stauhaltung im Oberwasser des Wehres, also im nördlichen Elsterbecken, bleibt während des Öffnens und Wiederverschließens unter der Regelung des Elsterwehres stabil. Das Nahlewehr wird in groben Schritten durch Bedienung über die Steuereinheit vor Ort schrittweise geöffnet, wenn die Nahle zur Ableitung von Hochwasseranteilen der Weißen Elster/ Neuen Luppe herangezogen werden soll. Dabei wird so lange wie möglich ein Stau von 104,00 mNHN gehalten. Wasserspiegellagenberechnungen haben gezeigt, dass über die Nahle ungefähr 1/3 des Gesamthochwasserabflusses abgeführt wird, wenn das Luppe- und das Nahlewehr vollständig geöffnet sind [9].

Bei welchen Abflüssen im Elsterbecken mit der Öffnung des Nahlewehrs begonnen wird, ist nicht offiziell festgelegt. In der Realität wird das Nahlewehr erst dann geöffnet, wenn die Kapazität des Luppewehrs nahezu erschöpft ist. Es erscheint plausibel, von einem Öffnungsbeginn bei Überschreitung eines Abflusses von  $HQ1 \approx 80 \dots 100 \text{ m}^3/\text{s}$  auszugehen. Ungefähr zu diesem Zeitpunkt wird das Elsterwehr verschlossen [9].

Der Abschnitt Nahle vom Nahlewehr bis zur Kleinen Luppe wird zur Gewährleistung der ökologischen Funktionsfähigkeit des Gewässers mit ca.  $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$  bespannt. Dazu ist eine regulierbare Bypassrohrleitung (Edelstahlrohr) in der linken Wehrwange verlegt [1].

Die Wasserspiegeldifferenz zwischen dem Ober- und Unterwasserstand beträgt ca. 3 m.

### **3.3.2. Bestehende Planung**

Das Steuerungskonzept für das Vorhaben Lebendige Luppe sieht vor, dass künftig ein dauerhafter Abfluss von  $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$  über die Nahle abgeführt wird, um den wegfallenden Abfluss der Kleinen Luppe zu kompensieren. Der zu gewährleistende Mindestwasserabfluss wird mit  $0,35 \text{ m}^3/\text{s}$  angegeben.

### **3.3.3. Zuwegung**

Das Nahlewehr kann linksseitig über die Hans-Driesch-Straße erreicht werden. Linksseitig des Wehres befindet sich eine Wendeschleife. Unterhalb der Wehranlage befindet sich eine Furt, welche die Erreichbarkeit der Fläche und Anlage rechtsseitig der Nahle sowie linksseitig der Neuen Luppe gewährleistet. Die LTV benötigt neben dem Wehr eine Aufstellfläche für Kran und LKW mit einer Mindestbreite von 12,5 m.

### **3.3.4. Schutzgebiete, geschützte Biotope und Wald**

Das Nahlewehr befindet sich im Landschaftsschutzgebiet (LSG) und gleichnamigen SPA-Gebiet „Leipziger Auwald“. Das FFH-Gebiet „Leipziger Auensystem“ befindet sich weitläufig links der Nahle. Es schließt die Nahle und das Nahlewehr sowie das rechte Nahleufer (bis zur Deponie) mit ein. Naturschutzgebiete gemäß BNatSchG sind im Vorhabengebiet nicht vorhanden.

Innerhalb des Wirkraums des Vorhabens befinden sich keine Wasserschutz- und Heilquellenschutzgebiete. Die Gewässerrandstreifen der Nahle zählen zu den festgesetzten Überschwemmungsgebieten nach Sächsischem Wassergesetz.

Im Wirkungsbereich des Vorhabens ist gemäß Biotopkartierung ein nach § 30 BNatSchG geschütztes Biotop verzeichnet. Dabei handelt es sich um „Röhricht außerhalb Verlandung“ (Biotoptyp-

Code § MNR). Es befand sich oberwasserseitig des Nahlewehres am rechten Ufer der Nahle. Ebenso sind kleinere Biotop/ schützenswerte Pflanzungen verzeichnet.

Im Bereich der Nahle sind außerdem Lebensraumtypen (LRT) nach FFH-Richtlinie vorhanden. Oberwasserseitig am linken Ufer der Nahle befindet sich eine LRT-Entwicklungsfläche Sternmieren-Hainbuchen-Stieleichenwald (LRT-Code 9160). Durch Förderung und Verjüngung von Stieleichen ist die Entwicklung zum LRT möglich. Zum Erhaltungsziel sind keine Angaben vorhanden (Stand: Daten Kartierung 2022) [1].

Die nachfolgenden Abbildung 5 sowie die Tabelle 1 geben eine Übersicht über die im Bereich des Wirkraums befindenden Schutzgebiete, geschützten Biotop und Lebensraumtypen.



Abbildung 5: Schutzgebiete, Biotop und Lebensraumtypen im Bereich des Nahlewehrs

Tabelle 1: Darstellung der Schutzgebiete im Betrachtungsraum

Kategorie	Name	Bezeichnung	Lagebezug zum Nahlewehr
SPA-Gebiet	Leipziger Auwald	DE 4639-451	Komplettes Projektgebiet
FFH-Gebiet	Leipziger Auensystem	SCI 4639-301	Nahle und Nahlewehr befinden sich im Schutzgebiet; angrenzender Bereich rechts unterstrom des Nahlewehrs (Deponie) ist nicht Bestandteil des Schutzgebietes
LSG	Leipziger Auwald		Komplettes Projektgebiet
LRT	Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwald	LRT 9160	Linksseitig des Nahlewehrs
Biotop			Zu schützende Gehölzpflanzungen/ Biotop im linken Bereich des Nahlewehrs

Kategorie	Name	Bezeichnung	Lagebezug zum Nahlewehr
NSG	keine Betroffenheit		
WSG	keine Betroffenheit		

Wald nach sächsischem Waldgesetz (SächsWaldG) befindet sich im Vorhabenbereich am linkseitigem Nahleufer.

### 3.3.5. Geologische, bodenkundliche und hydrogeologische Verhältnisse

Am rechten Ufer des Nahlewehrs befindet sich eine Altlasten-Fläche (SALKA 65050009). Hier befindet sich die Deponie Nahledreieck, in der zwischen 1911 und 1990 Rechengut und Sandfangrückstände aus den Städtischen Klärwerken abgelagert wurden. Die Deponie wurde 2006 rekultiviert. 2013 wurden die kommunalen Wasserwerke aufgefordert, noch vorhandene Grundwassermessstellen und Bodenluftpegel zurückzubauen. Hierfür wurden unter anderem auch Rammkernsondierungen durchgeführt [4].

Ausgehend von den vorhandenen Altaufschlüssen (RKB 1/96 und 2/96, erstellt für die Errichtung von Grundwassermessstellen und Bodenluftpegeln zur Gefährdungsabschätzung der Nahledeponie) ist im Gründungsbereich der Fischaufstiegsanlage mit feinsandig, schluffigen Auffüllungen (tlw. mit Holz-, Papier-, Folien- und Ziegelresten, Glasscherben) mit einem hohen organischen Anteil (vertorfte Pflanzenreste) mit geringer Tragfähigkeit zu rechnen. Dies könnte auf die Ablagerungsstoffe des im Zeitraum von 1911 bis 1990 abgelagerten Rechengutes und der Sandfangrückstände zurückzuführen sein.

Im Rahmen der Bauausführung ist hier von erhöhten Aufwendungen für einen Bodenaustausch und für die Verbesserung der Tragfähigkeit des Untergrundes auszugehen. Des Weiteren sollte eingeplant werden, dass sämtliche Aushubstoffe für eine Wiederverfüllung ungeeignet sind und entsorgt werden müssen.

Der Grundwasserstand wird mit dem Wasserstand im Elsterbecken korrespondieren, so dass voraussichtlich eine bauzeitliche Grundwasserhaltung erforderlich werden wird.

Seitens des AG wurde ein Baugrundgutachten beauftragt. Durch die Landesdirektion Sachsen wurde für diese Baugrunderkundungen eine Ausnahme gemäß §81 Abs. 4 Satz 2 SächsWG (Schreiben vom 23.10.2023), unter Berücksichtigung der Stellungnahme der LTV vom 10.10.2023 auf Basis der Aufgabenstellung für ein Baugrundgutachten beschieden.

Die Ergebnisse sind am 29.02.2024 eingegangen und können bei den weiteren Planungsschritten berücksichtigt werden [5]. Beauftragt wurden 3 RKS bis ca. 7 m Tiefe, 3 DPH bis ca. 7 m Tiefe sowie bodenmechanische und analytische Laborversuche. Die Ergebnisse wurden in einem geotechnischen Bericht zusammengefasst.

Regionalgeologisch sind im vorliegenden Untersuchungsgebiet mit Hangenden zum Liegenden mit holozänen Auelehmen über Sanden und Kiesen des Holozäns und der Weichselkaltzeit über Sanden und Tonen des Miozäns bzw. des Oligozäns zu rechnen.

Entsprechend den vom Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Sachsen zur Verfügung gestellten Grundwasserdaten ist unter ungünstigsten hydrologischen Bedingungen bzw. je nach Niederschlagsintensität mit oberflächennahem Grundwasseranschnitt ab etwa 102,00 m NHN zu rechnen. Damit muss entsprechend der jeweiligen Geländehöhen bereits

mit Wasserständen von kleiner als 1,00 m unter Gelände gerechnet werden. Die Strömung verläuft von Südost nach Nordwest. Die Sande und Kiese des Quartärs bilden den obersten Grundwasserleiter. In Abhängigkeit der umliegenden Gewässer sowie von der Mächtigkeit des über den wasserführenden, grobkörnigen Böden anstehenden Auelehms ist bereichsweise von gespannten Grundwasserverhältnissen auszugehen.

Auf Grundlage der erdbebengerechten Baunorm DIN EN 1998-1/NA:2011-01 ist das Untersuchungsgebiet der Erdbebenzone 0, der Untergrundklasse T zuzuordnen.

Der geotechnische Schnitt verläuft nahezu parallel zur Nahle, entlang einer Zufahrt zur Furt im Bereich des Nahlewehrs. Folgende Aussagen können bzgl. Zusammensetzung des Untergrundes getroffen werden:

Nach den Ergebnissen der direkten Aufschlüsse steht im Bereich des wasserseitigen Deichfußbereiches (RKS 1 musste auf Grund von versiegelten Wasserbausteinen in die Deichböschung verschoben werden), unterhalb des ca. 0,65 m mächtigen Oberbodens, ca. 1,00 mächtiger weicher bis steifer mittelplastischer, mit anthropogenen Auffüllungen (Ziegel, Keramik) versetzter Schluff (**Schicht 2b**) an. Hier ist zusätzlich eine Versorgungsleitung mit unbekannter Lage zu erwähnen. Diese muss im Zuge der Vorplanung genauer ermittelt bzw. verifiziert werden.

Im Liegenden wird dieser von bis zu 50 cm mächtigem, weichen organischen Ton der **Schicht 3b** und dieser wiederum von bis zu 70 cm mächtigem, steifen mittelplastischen Schluff (**Schicht 3a**) unterlagert. Die Basis bilden die locker bis mitteldichten, schwach schluffigen, holozänen und weichselkaltzeitlichen Flussschotter (**Schicht 4**). Hin zur zweiten RKS (aus dem Deichkörper hinaus), im Bereich der Zuwegung zur Furt, ist unter einem Spurplattenweg aus Beton (**Schicht 2c**) mit grobkörnigen, mineralischen Auffüllungen der **Schicht 2a** zu rechnen, die in einer Tiefe von ca. 0,50 m unter GOK mit Vlies eingeschlagen sind. Bis 0,80 m Tiefe ist unterhalb des Vlieses mit Wasserbausteinen zu rechnen (**Schicht 2c**).

Die darunterliegende Aufstandsfläche bilden anthropogene, steife, mittelplastische Schluffe (**Schicht 2b**). Die Basis im Aufschluss RKS 2 bilden auch hier die grobkörnigen Flussschotter der **Schicht 4**, die nur hier in einer Tiefe von 1,70 m bis 1,80 m unter GOK vom gemischtkörnigen Schluff der **Schicht 3c** durchzogen sind. Der Bereich der RKS 3, eine Art Wendehammer am oberen Bereich, nördlich des Nahlewehrs, ist analog zum weiten Aufschluss mit Betonplatten ausgelegt (**Schicht 2c**), die wiederum von Gesteinsgemisch der **Schicht 2a** unterlagert wird. Anschließend folgen die grobkörnigen anthropogenen ca. 1,40 m mächtigen Auffüllungen (**Schicht 2b**), die wiederum ca. 70 cm mächtigem organischen Schluff aufliegen. Die Basis bilden 2,70 m mächtige halb feste, mittelplastische Auelehme (**Schicht 3a**). Die Flussschotter (**Schicht 4**) konnten nicht erteuft werden.

Der Wasseranschnitt erfolgte, entsprechend Wasserspiegellage der Nahle, ab 100,70 m NHN<sub>16</sub> am Übergang von der mittelplastischen Auffüllung zum organischen Ton bei RKS 1 sowie bei RKS 2 von der mittelplastischen Auffüllung zum Flussschotter bei 100,84 m NHN. Südwestlich des Nahlewehrs erfolgte der Wasseranschnitt bei 103,12 m NHN innerhalb des Auelehmes der **Schicht 3a**. Die aus dem Jahr 2023 ermittelten Wasserspiegellagen der Nahle bilden den jeweils aktuellen Ruhewasserstand ab.

Mittels Auswertung der Schweren Rammsondierungen ist bis über die gesamte Erkundungstrecke hinweg mit lockeren bis mittleren Lagerungsdichten bzw. Böden mit überwiegend weicher bis steifer Konsistenz (Schlagzahlen u. Wasser:  $DPH_{10} \sim 1-7$ ) zu rechnen.

Der Mutterboden sowie die darunterliegenden Baugrundsichten 2b und 3a-c (Auelehm) sind feuchte- und frostempfindlich. Das Befahren bei ungünstigen Witterungsverhältnissen ist ohne zusätzliche tragfähigkeitsverbessernde Maßnahmen nicht zu empfehlen.

Detaillierte Planungen zu Straßen / Wegen und dessen Aufbau liegen bislang nicht vor, so dass vorerst nur allgemeingültige Empfehlungen getroffen werden können. Bei der Planung sind die einschlägigen Normen und Regelwerke, insbesondere die Angaben der DWA-A 904 [T42] und der ZTV E-StB 17 [T24] zu berücksichtigen.

Es wird empfohlen die Bemessung der Dicke des frostsicheren Oberbaus vorerst mit folgenden Eingangswerten durchzuführen:

Frosteinwirkungszone: II

Frostempfindlichkeit des Untergrundes: überwiegend F3

Wasserverhältnisse: Grund- bzw. Schichtwasser kommt im Tiefenbereich bis 3,0 m unter Planum temporär vor. Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse sind zu berücksichtigen.

In der ZTV E-StB 17 [T24] werden für Straßen und Wege in der Regel Tragfähigkeiten von  $EV2 \geq 45 \text{ MN/m}^2$  für das Planum gefordert. Gemäß dem Merkblatt DWA-A 904 [T42] ist für Wirtschaftswege eine Mindesttragfähigkeit des Untergrundes von  $EV2 = 30 \text{ MN/m}^2$  erforderlich. Erfahrungsgemäß liegt die Tragfähigkeit der bindigen Böden bei den steifen bis halbfesten Konsistenzen im Bereich von  $EV2 < 10 - 15 \text{ MN/m}^2$ .

Das Planum lässt sich bei den erkundeten steifen bis halbfeste Konsistenzen noch ausreichend nachverdichten. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die erforderlichen Anforderungen an die Planums-Tragfähigkeit ohne zusätzliche Maßnahmen nicht erreichbar sind.

Dabei ist planungsseitig zu prüfen, ob die Teilleistung „Baustraße“ in die Gesamtkonstruktion integriert werden kann. Hierbei kann z.B. nach Abtrag des Oberbodens eine Bodenverbesserung von 40 cm Mächtigkeit durch Einbringen von hydraulischen Bindemitteln erfolgen. Die Art und die Dosierung sind im Zuge einer Eignungsprüfung zu ermitteln. Auf diese mit ca. 3 % Querneigung profilierte Schicht ist eine ungebundene Tragschicht von mindestens 40 cm vorzusehen. Alternativ ist der Einbau eines Geoverbundstoffes oder ein ca. 40 cm mächtiger Bodenaustausch, durch Einarbeitung von Grobmaterial, möglich. Die Gesamtdicke wird auf ca. 80 cm geschätzt, für genauere Angaben wären ergänzende Untersuchungen im Bereich der geplanten Baustraße erforderlich.

Nachfolgend werden für die nach derzeitigem Kenntnisstand anfallenden Böden / Materialien die Wiederverwendungsmöglichkeiten aus geotechnischer Sicht aufgezeigt.

## Oberboden Schicht 1

Vor Beginn der Arbeiten ist der Oberboden im gesamten Baufeld abzutragen und separat von den übrigen Abtragsmaterialien zu lagern. Der Oberboden ist in Trapezmieten locker aufzusetzen und ggf. mit einer Rasenansaat für eine spätere Wiederverwendung zu sichern. Er ist nicht zu überschütten oder zu überfahren. Es wird empfohlen den Oberboden im Rahmen der Baumaßnahme wieder zu verwenden.

Die geplante Arbeitsebene im bestehenden Deichbereich ist vor Beginn der Arbeiten nachzuverdichten, um einen Verdichtungsgrad der einzubauenden Böden von mindestens  $DPr \geq 95\%$  bzw. eine Tragfähigkeit von  $Ev2 = 30 \text{ MN/m}^2$  (feinkörniges - grobkörniges Material) zu erreichen. Das technologische Regime ist im Rahmen von Probefeldern zu ermitteln und mittels baubegleitender Verdichtungsprüfungen gemäß Qualitätssicherungsplan zu bestätigen.

## Gewässersedimente

Vor der Neuprofilierung der Gewässerböschungen am geplanten Ein- und Auslauf der FAA sollte das vorhandene Sediment in diesen Bereichen abgetragen werden. Dabei sind die breiige bis weiche Konsistenz und der sehr hohe Wassergehalt zu beachten. Diesbezüglich sollte vor der weiteren Verwendung eine Zwischenlagerung und Austrocknung vorgesehen werden.

Im Rahmen der Baumaßnahme ist eine Wiederverwendung in Verbindung mit der Oberbodenandeckung oder als Sohlsubstrat denkbar. Dies sollte ggf. mit der zuständigen Abfallbehörde geklärt werden. Aus bodenmechanischer / geotechnischer Sicht ist das Material für den Wiedereinbau ungeeignet.

## grob- bis feinkörnige Auffüllungen (Schicht 2a-b)

Die an den geplanten Bauwerksstandorten, überwiegend oberflächlich, meist im Bereich der Wegbefestigungen angetroffenen Auffüllungen mit unterschiedlichen mineralischen Fremdbestandteilen sollten auf Grund der Umweltanalysen (Materialklassen > BM-F3/BG-F3, TR LAGA > Z2) nicht wieder eingebaut werden.

## Auelehm (Schicht 3a und c)

Die anstehenden gemischt- bis feinkörnigen Auelehme (Homogenbereich D) weisen überwiegend steife bis halbfeste Konsistenzen auf. Sie sind bei diesen Konsistenzen für den Wiedereinbau als Dichtungsmaterial in der Gewässersohle, zur Gewässerprofilierung, Deichaufbau oder im Hinterfüllbereich gut geeignet. Sollten die Auelehme aufgeweicht sein, sind sie im Allgemeinen aufgrund zu hoher Wassergehalte für den unmittelbaren Wiedereinbau nicht geeignet. In diesem Fall wären zur Erzielung von mindestens steifen Konsistenzen eine Zwischenlagerung und Austrocknung, eine Behandlung mit Bindemitteln oder das Zumischen von bindigem / grobkörnigen Material mit geringen Wassergehalten denkbar.

## Auelehm (Schicht 3b)

Die anstehenden feinkörnigen Auelehme (Homogenbereich E) sind organisch und weisen überwiegend weiche bis steife Konsistenzen auf. Diese Böden sind sehr stark wasserempfindlich, stark frostempfindlich, gering durchlässig, schlecht verdichtbar und zeichnen sich durch ein sehr ungünstiges Trag-/Setzungsverhalten aus. Sie sind für jede Art Baugrund und als Planum ungeeignet.

Gemischtkörnige, grobkörnige quartäre Flussablagerungen (Schicht 4)

Die unterhalb der holozänen Auelehme anstehenden Sande und Kiese (Homogenbereich F) sind grundwasserführend. Sie sind gut bis sehr gut durchlässig, nicht bis gering frostempfindlich, gut verdichtbar und sehr gut tragfähig sowie gering setzungsempfindlich. Für Tiefengründungen sind sie gleichfalls, nach Verdichtung, geeignet.

Aus geotechnischer Sicht ist das Bauvorhaben bei den vorhandenen Baugrundverhältnissen realisierbar. Im Folgenden werden noch zusätzlich Anmerkungen des Baugrundgutachters aufgeführt:

Fischaufstiegsanlage:

- Die Einstieg- und Ausstiegbauwerke der Fischaufstiegsanlage können im anstehenden Baugrund nicht einfach geründet werden. Die Bereiche der Aushubsole sind nach planerischer Bemessung auszutauschen bzw. zu stabilisieren.
- Der anstehende grob- bis gemischtkörnige Auffüllungsbereich ist nicht für den Wiedereinbau geeignet (Umweltparameter).
- Die natürlichen Auelehme sind ohne gesonderte Maßnahmen nicht wiederverwendbar.
- Böschungen im Bereich der Fischaufstiegsanlage sind mit einer Neigung von min. 1:1,5 auszuführen. Ist eine Durchströmung der Böschung nicht auszuschließen, sollte die Böschung  $\leq 1:3$  gewählt werden.
- Der Wanderkorridor soll mittels Spundwand errichtet werden. Möglich ist auch die Errichtung einer Bohrpfahlwand.
- Die Spundwandbohlen sind ausreichend tief in die Auffüllungen/ Auelehme bzw. Flussschotter einzubinden. Bei der Wahl des Spundwandsystems und der Einbautechnologie sind eventuelle Rammschwierigkeiten zu beachten. Dies liegt unter anderem daran, dass die zu erwartenden Spundwandsole nicht erkundet werden konnte (Bohrung konnte nicht bis in erforderliche Tiefe durchgeführt werden und ist im Zuge der Entwurfsplanung nochmals mittels Nacherkundung auszukundschaften).
- Schlösser sind wasserdicht auszubilden.
- Empfohlen wird für freistehende Spundwände bis zu einer Höhe von 2,50 m eine im Baugrund eingespannte Konstruktion. Für größere Höhen sollte auf eine im oberen Bereich abgestützte bzw. verankerte und im Baugrund aufgelagerte bzw. teileingespannte Konstruktion zurückgegriffen werden.
- Zur besseren Kontrolle der voraussichtlich stark zulaufenden (vertikal/ horizontal) Wassermengen sowie zur besseren Überwindung des vorliegenden Geländeprofiles zwischen Ober- und Unterlauf ist ein etappenweiser Bau entlang der FAA anzustreben.
- Mögliche Flächengründungen haben in jedem Fall frostfrei zu erfolgen. Es wird eine frostfreie Einbindetiefe von 0,80 m gegeben.

#### Brückenbauwerk:

- Um die Erreichbarkeit des nördlichen Bereiches des Nahlewehrs zu gewährleisten, soll eine Brücke den Fischpass überqueren.
- Es wird empfohlen, dass Bauwerk (Widerlager) einheitlich in gut tragfähigen, setzungsunempfindlichen Kies, Sand (Schicht 4) zu gründen. Ein entsprechend großer Bodenaustausch mit gut tragfähigem und verdichtungsfähigem Material wäre nötig. Alternativ sollte eine Tiefengründung mittels Bohrpfählen in Betracht gezogen werden.
- Auf Grund der Gewässernähe wird ein geschlossener Spundwandkasten empfohlen. Ein Liegendstauer ist nicht aus den Aufschlüssen ersichtlich, die Lage der Gründung zum aktuellen Zeitpunkt nicht bekannt. Daher sind zusätzlich geschlossene Wasserhaltungen oder eine druckwasserdichte Unterwasserbetonsohle in Verbindung mit einer offenen Restwasserhaltung einzuplanen.
- Das angetroffene Grundwasser ist leicht gespannt. Entsprechend sollte die Auftriebsicherheit der geplanten Baugrubensohle nachgewiesen werden.

#### Allgemein:

- Überschreitung der Vorsorgewerte BBodSchV Anl1, Tabelle 1 und sowie Tabelle 4 vorrangig Zink, Kupfer, Cadmium. Es ist unter Einbindung der zuständigen Behörden anzustreben, dass der Oberboden bzw. Auelehm im Rahmen der Maßnahme verwendet wird.
- Während der Wasserhaltung können zusätzlich wassergefährdende Stoffe aus oberflächennahen Altlasten oder von Abstromfahnen infolge der Potentialumkehr beigezogen, d.h. verfrachtet werden. Ebenfalls können durch die Absenkungsmaßnahme und die damit verbundene Sauerstoffzufuhr in einen ehemals reduzierenden Bereich Pfahlgründungen geschädigt werden.
- Die künftigen Arbeiten im Bereich der geplanten Fischaufstiegsanlage ziehen aus jetziger baugrundgutachterlicher Sicht keine standsicherheitsrelevanten Beeinträchtigungen der in nordwestlicher Richtung ca. 450 m Entfernung gelegenen ehemaligen Deponie (Möckern/ Nahleberg) nach sich. Bei abgeschlossener Planung zur Umsetzung der Maßnahme ist durch einen Sachverständigen für Standsicherheit dieser Sachverhalt abschließend zu beurteilen (Empfehlung Baugrundgutachter).

Abschließend sind durch den Baugrundgutachter folgende Aussagen für die weitere Planung möglich:

- Aus den Ergebnissen der Baugrund- und Laboruntersuchungen konnte ein detailliertes Baugrundmodell entwickelt werden. Dieses Modell wird in Kapitel 5.3.2 des Baugrundgutachtens [9] ausführlich beschrieben und mit den Bodenkennwerten für die hydraulischen und Standsicherheitsberechnungen zusammengestellt.
- Das erarbeitete aktuelle Baugrundmodell bestätigt, ergänzt und präzisiert das Baugrundmodell aus Altuntersuchungen.
- Für jedes Teilobjekt sind die Baugrund-, hydraulischen und Gründungsverhältnisse in Kapitel 5.3.4.1 des Baugrundgutachtens [9] detailliert beschrieben und entsprechend grafisch dargestellt.

- Aussagen zu den chemischen Untersuchungen nach EBV, DepV, BBodSchV, TR LAGA und zur Betonaggressivität und Stahlkorrosivität sind ausführlich in Kapitel 5.2.2 des Baugrundgutachtens [9] dargestellt.
- Für statische Bemessungen und Berechnungen sind die Bodenkennwerte aus Kapitel 5.4 des Baugrundgutachtens [9] maßgebend.

Ausgehend von der später gewählten Vorzugsvariante ist zu bewerten, ob eine ergänzende Baugrundhauptuntersuchung erforderlich ist (Ermittlung Spitzendruck, Mantelreibung, etc.). Die Notwendigkeit einer Hauptuntersuchung ergibt sich voraussichtlich auch aus der Tatsache, dass die Gründungstiefe der geplanten Spundwände zum gegenwärtig Stand noch nicht erkundet worden ist.

### 3.3.6. Eigentümer-Belange und Flächenverfügbarkeit

Das Vorhabengebiet befindet sich an der Grenze zwischen den Gemarkungen Möckern und Lindenau. Die Eigentümer, der durch das Vorhaben potenziell betroffenen Flurstücke, sind in der folgenden Tabelle sowie in der Abbildung 6 dargestellt:

Tabelle 2: Eigentümer im Betrachtungsraum

Gemarkung	Flurstücks-Nr.	Eigentümer
Möckern	609/4 (609/7?) (gem. Stellungnahme WW)	Kommunale Wasserwerke
	609/3	Freistaat Sachsen
	310	Freistaat Sachsen
Lindenau	710/1	Freistaat Sachsen
	1306/2	Freistaat Sachsen
	1306/6	Freistaat Sachsen
	1306/9	Stadt Leipzig



Abbildung 6: Eigentumsverhältnisse der Flurstücke im Betrachtungsraum

### 3.4. Archäologie und Denkmalschutz

Es sind keine bekannten Denkmäler oder archäologisch schutzwürdige Bereiche bekannt.

## 4. Möglichkeiten zur Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit

### 4.1. Vorbemerkung

Das Nahlewehr befindet sich nicht im Eigentum des Vorhabensträgers. Daher ist ein Eingriff in das vorhandene Bauwerk nicht zulässig bzw. seitens des Eigentümers/Betreibers nicht gewünscht und zur Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit ist eine Umgehung des Wehres erforderlich. Ebenso ist darauf zu achten, möglichst wenig in den vorhandenen Hochwasserschutzdeich einzugreifen sowie den Baugrund-kritischen Bereich des Deponiekörpers weitestgehend auszusparen.

### 4.2. Art der Fischaufstiegsanlage

Für die Ausbildung der Fischaufstiegsanlage bestehen zwei Möglichkeiten:

- Technischer Fischpass
- Raugerinne

#### Technischer Fischpass

Der Vorteil des technischen Fischpasses ist die kompakte Bauweise. Diese Lösung eignet sich daher besonders bei geringer Flächenverfügbarkeit, wie im konkreten Fall. Dies hängt mit der Kastenbauweise zusammen, bei der aufgrund der senkrechten Seitenwände der Platzbedarf für die Ausbildung einer Böschung eingespart wird. Allerdings ist die kompakte Bauweise bei Einhaltung der geometrischen Grenzwerte nur bei einer eingeschränkten Abflussspanne möglich – die Funktionalität hängt daher von einem definierten Oberwasserstand ab. Bei zu niedrigen Abflüssen wird die erforderliche Wassertiefe unterschritten, bei zu großen Abflüssen entsteht ein schießender Abfluss in den Becken, sodass jeweils ein längeres Bauwerk erforderlich wäre, um diesen Effekten entgegenzuwirken. Daher ist die Funktionalität von technischen Fischpässen im Wesentlichen auf den Bemessungsabfluss begrenzt. Die Überleitung höherer Abflüsse erfordert Bypass-Lösungen. Hierfür ist zudem eine Verschlussmöglichkeit der Fischaufstiegsanlage bei höheren Wasserspiegellagen erforderlich. Durch die kompakte Bauweise ist dies einfacher zu realisieren.

Bei einem Bemessungsabfluss von  $Q_{30} = 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$  und einer zu überbrückenden Wasserspiegeldifferenz von  $\Delta H = 3 \text{ m}$  ergeben sich eine Bauwerkslänge ca. 85 m und einer Bauwerksbreite von rund 5 m, die dauerhaft in Anspruch genommen werden. Die Breite ist dabei aufgrund der senkrechten Seitenwände unabhängig von der Geländehöhe. Zudem ist zur regelmäßigen Wartung und Unterhaltung der Anlage ein Unterhaltungsweg erforderlich. Dieser kann auf Grund der senkrechten Seitenwände der Fischaufstiegsanlage ohne zusätzlichen Aushub auf Geländehöhe angeordnet werden. Die erforderliche Breite des Unterhaltungsweges beträgt rund 5 m.

#### Raugerinne

Raugerinne benötigen dagegen bei entsprechender Dimensionierung keinen Bypass, da die Bauwerke für eine Spanne zwischen niedrigen ( $Q_{30}$ ) und hohen Abflüssen ( $Q_{330}$ ) dimensioniert werden, bei der die ökologische Durchgängigkeit gewährleistet wird. Dies spiegelt sich jedoch in der Anlagengröße wieder. Bei einem Bemessungsabfluss von  $Q_{30} = 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$  und einer zu überbrückenden Wasserspiegeldifferenz von  $\Delta H = 3 \text{ m}$  ergeben sich eine Bauwerkslänge ca. 130 m und eine Bauwerksbreite von rund 5 m.

Durch die Geländehöhendifferenz über dem Stauziel von etwa 2,5 m ist ein großer Einschnitt in das Gelände erforderlich, was zur Herstellung einer stabilen Böschung eine zusätzliche Eingriffsbreite zur Folge hat. Diese Breite verhindert die Anordnung des Unterhaltungswegs auf Geländehöhe, sodass ein zusätzlicher Aushub in der Breite von 5 m zur Herstellung des Unterhaltungsweges am Raugerinne erforderlich ist. Unter Berücksichtigung einer ausreichend flachen Böschung, um an das vorhandene Gelände anzuschließen, ist ein dauerhafter Flächeneingriff für den Bau eines Raugerinnes von 15 bis 20 m Breite erforderlich, was wiederum zur Folge hätte, dass das Bauwerk teilweise im Deponiekörper anzuordnen ist.

Durch dieses breite Gewässerprofil vergrößert sich die Abflussmenge, die im Hochwasserfall über das Raugerinne geleitet wird. Dies beeinträchtigt die Steuerbarkeit des Wasserstands durch das Wehr erheblich, sodass zusätzliche bauliche Anpassungen erforderlich sind, um den Verschluss bzw. eine Steuerbarkeit zu ermöglichen. Diese Randbedingungen führen dazu, dass für ein Raugerinne deutlichen höhere Aushubmengen und Baukosten zu erwarten sind.

Zusammenfassend wird das Raugerinne aus wirtschaftlichen und wasserwirtschaftlichen Gründen als nicht verhältnismäßig zum Nutzen gewertet und daher aus der Betrachtung ausgeschlossen. Für die weitere Untersuchung wird daher ausschließlich der technische Fischpass innerhalb der Lph 2 betrachtet.

#### **4.3. Art des Bypasses**

Gemäß der Aufgabenstellung [1] ist für den Bau eines technischen Fischpasses eine Bypass-Lösung erforderlich. Da Eingriffe im vorhandenen Bauwerk ausgeschlossen sind, eignen sich hierfür grundsätzlich die Anpassung der Wehrsteuerung oder die Verlegung einer zusätzlichen Bypass-Leitung parallelisiert zur geplanten Fischaufstiegsanlage.

Eine Anpassung der Wehrsteuerung hätte den Vorteil, dass kein baulicher Eingriff vorgenommen werden muss. Allerdings wird auf Grund der Größe der Schütze geschätzt, dass eine Feinsteuerung des Abflusses nicht möglich ist. Daher wird diese Möglichkeit nicht weiter untersucht.

Bei einer zusätzlichen Bypass-Leitung lässt sich die Abflussmenge durch die Rohrleitungs-Dimension und Regelorgane steuern. Zudem kann sie parallel zur Aufstiegsanlage errichtet werden, sodass kein Eingriff am bestehenden Wehr erforderlich ist. Die Mündung des Bypasses ist so zu wählen, dass zur Fischaufstiegsanlage eine hinreichende Leitströmung gewährleistet wird, daher wird der Auslauf der Bypassleitung direkt auf Höhe des letzten Riegels angeordnet. Die Bypassleitung ist beidseitig mit einem Fischschutzgitter auszustatten. Die hydraulische Vordimensionierung hat ergeben, dass die Bypassleitung als DN700-Leitung auszubilden ist und zur Abführung der Mindestwassermenge (FAA 0,5 m<sup>3</sup>/s und Bypass 1,0 m<sup>3</sup>/s) sohlseitig um ca. 0,46 m tiefer anzuordnen ist, als das Q30-Wasserstandsniveau.





Abbildung 7: Option zur Einordnung der Fischaufstiegsanlage

Auf der rechten Seite befinden sich belastete Böden mit vermutlich geringer Tragfähigkeit und einem erhöhten Baugrundrisiko sowie ein nach Biotopkartierung 1994-2008 gemäß § 30 BNatSchG geschützter Röhrrichtbewuchs. Auf der linken Seite hingegen ist, neben einem längeren Bauwerk und zusätzlichem Wegebau, mit der temporären Umwandlung einer im FFH-Gebiet befindlichen Waldfläche zu rechnen. Hier kann es auch zu temporären oder gar dauerhaften Beeinträchtigungen des FFH-Lebensraumtyps „Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwälder“ kommen. Aus naturschutzfachlicher Sicht wurde daher im Rahmen der Machbarkeitsstudie eingeschätzt, dass die Errichtung der FAA auf der linken Uferseite aufgrund der Betroffenheit eines FFH-Schutzgutes mit tendenziell stärkeren negativen Auswirkungen verbunden sein kann.

Vor diesem Hintergrund ist eine rechtsufrige Anordnung im Weiteren zu präferieren.

#### 4.5. Variantenprüfung der Fischaufstiegsanlage

Aufgrund der nachfolgend benannten örtlichen Gegebenheiten

- Bauwerk / Widerlagerbereich Nahlewehr inkl. Haus mit Steuerungstechnik; keine baulichen Veränderungen am Nahlewehr zulässig
- Angrenzende Gehölzbestände ober- und unterwasserseitig
- Bestehende Wegebeziehungen einschl. Furt
- Vorhandener angrenzender Hochwasserschutzanlagen (Deich)
- Befestigte Uferbereiche im Tosbeckenbereich
- Angrenzender Deponiekörper

ist zur baulichen Umsetzung der Fischaufstiegsanlage ein verhältnismäßig kleiner Baubereich nutzbar, um in o. g. Randbereiche nicht signifikant eingreifen zu müssen (Abbildung 8). Vor allem in den Deponiebereich (im Eigentum der KWL) sollte aus wirtschaftlichen Aspekten

möglichst geringfügig eingegriffen werden, so dass ausladende Bauweisen grundsätzlich nicht anwendbar sind und vielmehr ein platzsparender Beckenpass (technischer Fischaufstieg) zur Anwendung kommen sollte. Dies wurde auch innerhalb der Machbarkeitsstudie bestätigt.

Zudem ist zu konstatieren, dass die Fischaufstiegsanlage zwingend im Unterwasser einmünden sollte, da bei einer Einmündung zwischen Wehr und Furt, die Furt signifikant mit Wasser beaufschlagt wäre und so bereits bei Mittelwasser eine ungehinderte Passage der Gewässerquerung kompliziert ist.



Abbildung 8: Potenzieller Baubereich rechtes Nahleufer

Bei der sich hierbei resultierenden Trassenführung und den benannten Restriktionsbereichen / beengtem Baufeld ergibt sich zwangsläufig die nachfolgend zu untersuchende Variante zur Anordnung einer Fischaufstiegsanlage.

Untersuchung der grundlegenden Variante (vgl. Abbildung 9):

Technische Fischaufstiegsanlage mit Anbindung im Unterwasserbereich der Furt

Die eigentliche Variantenuntersuchung bezieht sich hierbei auf die technischen Einbauten innerhalb der Fischaufstiegsanlagen, welche zur Anwendung kommen könnten.

Die Variante umfasst die nachfolgenden Schwerpunkte:

- Errichtung einer technischen Fischaufstiegsanlage
- Umbau der vorhandenen Unterhaltungswege
- Errichtung einer Quermöglichkeit der FAA (Furt oder Überführungsmöglichkeit mittels Schwerlastgitterrosten oder Stahlbetondeckenplatte o. dgl.)
- (Errichtung einer Bypassleitung (gesonderte Variantenuntersuchung))

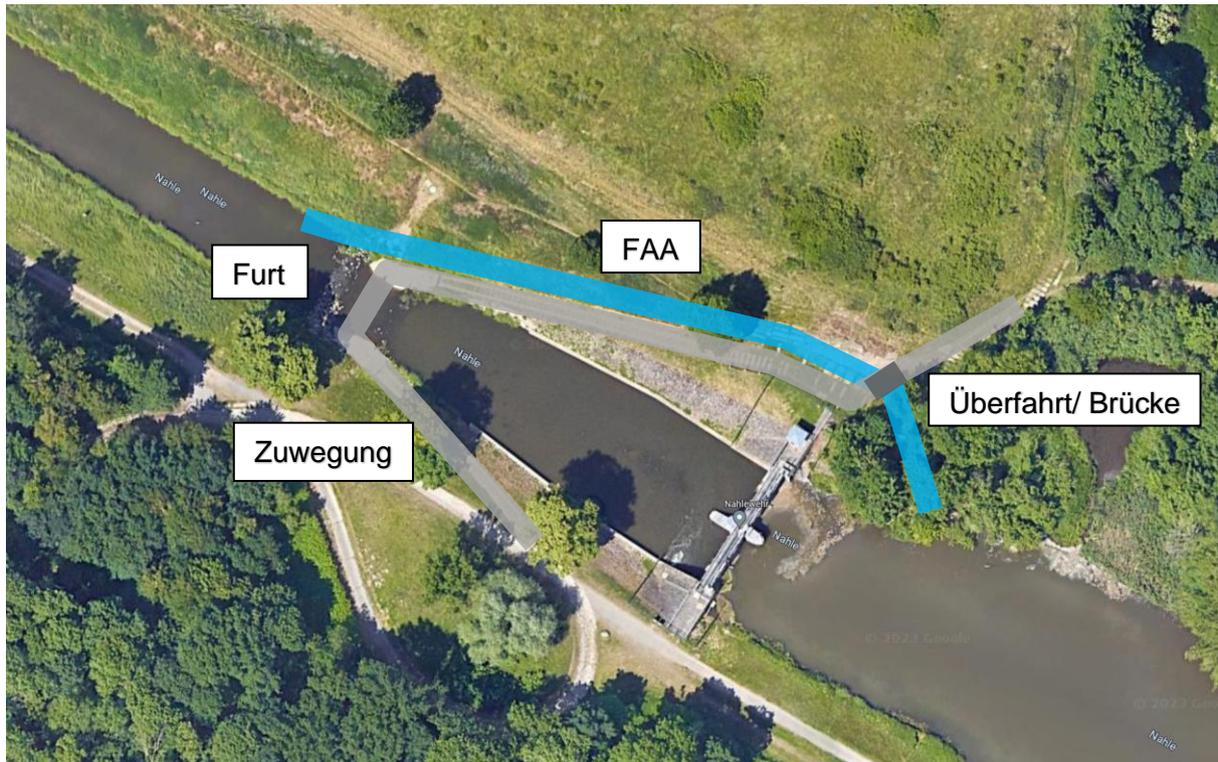


Abbildung 9: Skizze, Fischaufstiegsanlage Variante 1

Die auf o.g. planerisch Randbedingungen ausgearbeitete Variante kann den Anlagen 1 bis 3 entnommen werden. Die Variante basiert hierbei auf der hydraulischen Vordimensionierung der FAA gem. Anlage 4 und lässt sich wie folgt zusammenfassen:

- Errichtung einer technischen Fischaufstiegsanlage als Riegelrampe mit Beckenstruktur; die exakte Ausgestaltung ist im weiteren Planungsprozess festzulegen und ist in dieser Fassung noch nicht thematisiert
- Wasserspiegeldifferenz der FAA (Q30): ca. 2,75-3,0 m  
Seitens der LTV wurde darauf hingewiesen, dass der angesetzte Dauerstau von 104,00 m ü. NHN bei langanhaltenden Niedrigwasserabflüssen unterschritten und auch bei kleineren Hochwasserabflüssen überschritten wird.  
Demnach ist der Fischpass sowie der Bypass so zu konstruieren, dass diese auch bei Schwankungen des Oberwasserstands von ca. 103,70 – 104,20 m ü NHN funktionieren.  
Hierfür ist in der Detailplanung / 2D-Hydraulik der FAA innerhalb der LP3 eine entsprechende Niedrigwasserschwelle im Zulaufbereich anzuordnen und hydraulisch zu dimensionieren.
- Q30: 0,50 m<sup>3</sup>/s
- Länge der FAA: 84 m
- Beckenanzahl: 24 Stk.
- Rampenneigung: 1:32
- Wasserspiegeldifferenz der Becken:  
(Barbenregion mit Hechtvorkommen) 0,11 m
- Schlitzbreite der Öffnung in den Riegeln: 0,40 m

- Riegelbreite: 2,50 m
- Riegelhöhe über Sohle: 0,79 m
- Systemabstand der Becken: 3,50 m
- Mindestwasserstand in den Becken: 0,66 m
- Tosbeckenlänge: 11,00 m
- Oberwasserseitig wird die FAA durch eine steuerbare Schütztafel hinsichtlich des Zuflusses reguliert. Darüber hinaus kann die FAA über das Schütz für Revisionszwecke abgesperrt werden. Ergänzend hierzu befindet sich oberwasserseitig noch ein Damm-balkenverschlussystem sowie ein Schwimmbalken als Treibgutabweiser. Gem. Vorgaben der LTV müssen die redundanten Verschlüsse bis HQ<sub>150</sub> sowie mit Hebetechnik erreichbar sein.
- Der Einstieg in den oberwasserseitig der Brücke befindlichen Bereich erfolgt über eine Steigleiter an der Spundwandinnenseite
- Auf gleicher Höhe befindet sich die Bypassleitung (vgl. Kapitel 4.3) sowie die Überquerungsmöglichkeit der FAA / Brücke, welche gleichermaßen auch als Bediensteg für die Schütztafel fungiert.
- Die unterwasserseitige Anbindung der FAA sowie der Bypassleitung erfolgt unterhalb der Furt; hierdurch kann auch eine gute Lockströmung induziert werden.
- Die vorhandene Furt wird bauzeitlich gesichert; Umbaumaßnahmen an der Furt sind nicht geplant
- Parallel zur FAA wird ein Unterhaltungsweg ausgebildet, welcher gleichermaßen als Betriebszufahrt zum Nahledreieck sowie zur Furt fungiert.
- Die vor dem Nahlewehr befindlichen Rangierflächen konnten hierbei hinsichtlich ihrer Größe weitestgehend erhalten bleiben; gem. Vorgaben der LTV muss die Aufstellfläche für Kran und LKW geeignet sein und eine Mindestbreite von 12,5 m aufweisen

Die technischen Details zur Ausbildung der FAA wurden zudem mit der Fischereibehörde in 01/2025 vorabgestimmt [11].

#### **4.6. Ausbildung Bypassanlage**

Zur Gewährleistung des Mindestabflusses ist parallel geführt zur Fischaufstiegsanlage eine Bypassleitung zu projektieren. Die Abschlagsmenge wird hierbei durch den Rohrleitungsquerschnitt limitiert (vgl. Kapitel 4.3) sowie durch das an der FAA befindliche Regelorgan gesteuert. Der Auslauf der Bypassleitung ist so anzuordnen, dass keine strömungsseitige Störung des Einlaufbereichs der Fischaufstiegsanlage sowie eine erschwerte Befahrbarkeit der Furt resultiert. Demnach erfolgte die Anordnung im Unterwasserbereich der Furt.

## 5. Tragwerksplanung

Da sich die tragwerksseitigen Vorüberlegungen aufgrund der minimalen Platzverhältnisse und der Durchführungsart auf beide Varianten anwenden lässt, wurde vorgezogen bereits eine Vorplanung für die Variante 1 durchgeführt [8]. Das Ziel der Tragwerksplanung ist es, eine bauliche Lösung vorzustellen, die nach grund- und wasserbautechnischen Prinzipien umsetzbar ist. Anhand der Ideenskizzen der Vorplanung zu den Tragwerken kann dann die grundsätzliche Machbarkeit der Baumaßnahme und die Herstellbarkeit der avisierten Bauwerke beurteilt werden.

Maßgebende Höhen und Längen:

- Anschluss Oberstrom bei Wasserspiegel: +104,12 mNHN
- Gewässersohle Oberstrom erwartet bei: +102,00 mNHN
- Anschluss Unterstrom bei Wasserspiegel: +101,50 mNHN
- Gewässersohle Unterstrom erwartet bei: +100,50 mNHN
- Zufahrtebene vom Luppewehr: +107,00 mNHN
- Länge Anschluss Unterstrom Wehr: ca. 85 m
- Länge Anschluss Oberstrom Wehr: ca. 25 m

Die Höhen für bauzeitliche Wasserstände, Niedrigwasser, Mittelwasser und Bemessungshochwasser sind für die nachfolgenden Planungsphasen festzulegen.

Die Schichtenfolge wurde vom Hangenden zum Liegenden wie folgt bestimmt: Auelehm über Sanden und Kiesen, über Sanden und Kiesen der Weichselkaltzeit, oberhalb von Tonen des Miozäns bzw. Oligozäns. Die Lage des Grundwasseranschnittes wird bei +102,00 m NHN angegeben.

Zu beachten ist weiterhin, dass der Untersuchungsbereich in der Erdbebenzone 0 liegt und der Untergrundklasse T zugeordnet wird. Insofern ist die Norm DIN EN 1998 zu berücksichtigen.

Für den hier vorliegenden Bericht sind die chemischen Analysen von geringer Relevanz. Das beprobte Grundwasser wurde nach DIN 4030 als nicht betonangreifend eingestuft.

Bezüglich der Stahlaggressivität bestehen eher günstige Verhältnisse. Die Wahrscheinlichkeit von Mulden- und/oder Lochkorrosion wurde als sehr gering eingestuft.

In einer Voruntersuchung für die Tragwerksplanung wurde festgestellt, dass die Erkundungstiefen bis zu +93 m NHN darzustellen sind. Die im Baugrundgutachten angegebenen Zusammenfassungen zur Handbarkeit und zur Lagerungsdichte beziehen sich eher nur auf den oberen Baugrundbereich. Hier sind die Aussagen später im Planungsfortgang zu verdichten (Baugrundhauptuntersuchung).

Für die wesentlichen Schichten wurden geotechnische Berechnungswerte abgeleitet. Diese wurden mit einer Schwankungsbreite angegeben, und zusätzlich charakteristische Werte wurden ausgewiesen. Für die Ausschreibung von Erdarbeiten, Bohrarbeiten, Rammarbeiten, Rüttel- und Pressarbeiten wurden Homogenbereiche nach VOB/C festgelegt und die zugehörigen

Kenndaten gelistet. In diesem Abschnitt erfolgt auch die Einstufung der Baumaßnahme in die geotechnische Kategorie GK2.

Es wurden Hinweise zur Bauausführung und Gründung gegeben. Die Auelehm-Schichten und Auffüllungen neigen zu mittleren bis starken Setzungen. Im Böschungsbereich wird das Einbringen von Spundwänden empfohlen. In den locker bis mitteldicht gelagerten Bereichen bis maximal 7,0 m unter Geländeoberkante ist ein Einbringen von Spundwänden ohne Einbringhilfen oder Sondermaßnahmen möglich. Für den tiefergehenden Bereich sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich. Hier werden Einbringhilfen und Austauschbohrungen benannt, um einen rammfähigen Baugrund herzustellen.

Für den Bereich des Wegebaues werden ebenfalls Vorgaben abgeleitet. Diese sind auch für die Errichtung der Bauwerke wesentlich, da hier Baustraßen und Standflächen für Großgeräte in großem Umfang herzustellen sind. Es wird auf die Bodenverbesserung durch Einbringen von hydraulischen Bindemitteln hingewiesen. Diese sollen die oberen Bodenschichten stabilisieren. Ebenso ist der Einsatz von Geoverbundstoffen, zusätzlicher Bodenaustausch sowie das Aufbringen von Trag- und Verschleißschichten vorgesehen.

#### Beschreibung der bautechnologischen Lösung (anwendbar für Variante 1 oder 2)

Die Fischaufstiegsanlage wird aufgrund der beengten Platzverhältnisse zwangsläufig als Spundwandwandkasten mit ca. 5,50 m lichter Breite innen hergestellt. Die Spundwände erhalten keinen Korrosionsschutz, sondern werden auf Abrostung bemessen. Die seitlichen Begrenzungen der Spundwände werden also in eine Zone mit überschnittene Bohrungen  $D = 88$  cm erfolgten Bodenaustausch gerammt bzw. hochfrequent gerüttelt und bei Erfordernis nachgeschlagen. Dies wird mit vorliegen der Baugrundhauptuntersuchung nochmals präzisiert und dient innerhalb der LP2 zunächst als Orientierung.

In den Spundwandkasten wird ca. 1,20 m unter Oberkante eine Aussteifungsgurtung mit Aussteifungen eingebaut. Weitergehend erfolgt der Aushub auf ein Niveau von ca. +100,00 mNHN bis +102,00 mNHN, dass somit ca. 4,00 m bis 8,00 m unter Geländeniveau liegt. Anschließend wird in den auf Niveau von ca. 104,00 mNHN wassergefüllten Spundwandkasten eine Unterwasserbetonsohle eingebaut. Diese ist in der Breite als Gewölbe zu bemessen. Es kann hier eine Abstützung über Träger in den Spundwandtälern dargestellt werden, um Aushub und Dicke der UWB-Sohle zu sparen. Sie ist vorerst bei 0,80 m Stärke zu bemessen und aus Beton mindestens der Festigkeitsklasse C 25/30 herzustellen.

Auf dem Unterwasserbeton kann nach dem Lenzen der Baugrube und dem Aufbau der Restwasserhaltung das ökologisch erforderliche Gewässerbett als Riegel- oder Beckenrampe aufgebaut werden.

Die Öffnung des Spundwandkastens Ober- und Unterstrom zum Anschluss an das Gewässer wird durch einen Brennschnitt mit Tauchereinsatz erfolgen. Dabei werden die orthogonal zur Achse laufenden Spundwände bis zu den seitlichen Anschlusschlössern ca. 10 cm über der Unterwasserbetonsohle abgebrannt. Damit wäre dann die Durchgängigkeit hergestellt (Abbildung 10).

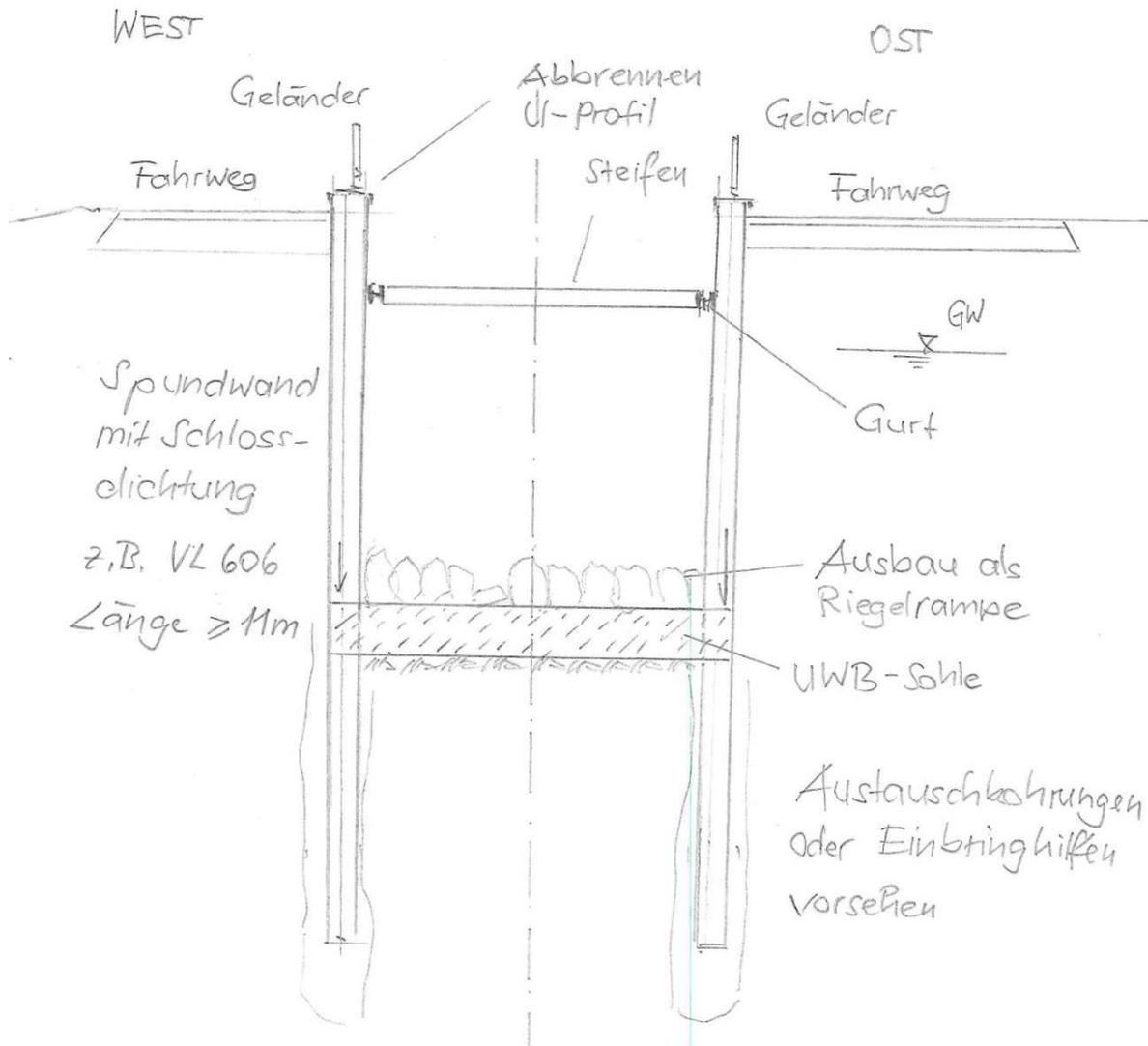


Abbildung 10: Tragwerksskizze FAA im Querschnitt

#### Baustoffe:

- Spundwände aus Stahl S240 GP oder S 355 GP,
- Profilform VL, PU- oder AZ-Profile mit Schlössern und Eckprofilen,
- Gurtung und Steifen aus Profilstahl HEB, Stahl S 355 JR oder JO,
- Unterwasserbeton C 25/30 XC2 XF1,
- Abdeckung Spundwand aus Profilstahl U-Form (Abkantung),
- Geländer seitlich als Füllstabgeländer, aufgeschweißt.

#### Einwirkungen:

- Wind-, Schnee-, Eis- und Erdbebenlasten werden nicht berücksichtigt
- Eigenlasten aller Baustoffe und Bauprodukte
- Erddruck auf die Konstruktion als erhöhter aktiver Erddruck mit Anteil Erdruchdruck von 50%
- Wasserdruck für die verschiedenen Bemessungswasserstände

- Verkehrslasten in der Hinterfüllung nach EAB und Betriebslastmodell, Annahme vorläufig mind. 20 kN/m<sup>2</sup> als unbegrenzte Flächenlast für die Vordimensionierung
- Lasten aus Kränen und Baugeräten nach gesonderter Ermittlung, Freireiter mit großer Auslegerlänge beachten für Spundwandbau
- Lasten aus Zwischenschüttungen für technologische Zwischenzustände (z. B. Vor- schüttung nach Oberstrom)

### Anschluss / Sicherung Hochwasserschutzdeich

Der an die Anlage angrenzende Hochwasserschutzdeich muss partiell rückgebaut werden. Zur Gewährleistung des Hochwasserschutzes ist die FAA – respektive die Spundwandprofile – höhenmäßig so auszulegen, dass das Schutzniveau erreicht wird. In den unterstromigen Bereichen der FAA ist der Anschluss an den Deich bzw. die DIN-gerechte Wiederherstellung des Deichs vorzunehmen.

### Verschlussbereich innerhalb der Fischaufstiegsanlage

Die Fischaufstiegsanlage muss für den Wasserdurchfluss absperrbar sein. Eventuell ist sogar eine Revisionierbarkeit im Trockenen vorzusehen. Es ist also eine Schütztafel mit Hubrahmen einzusetzen, die dann dreiseitig dichtend den Kanal absperrt. Es wird also ein Sohlbalken herzustellen sein. Seitlich sind Wangen mit Führungsschienen herzustellen. Diese können innerhalb des vom Erdreich durch Spundwand abgetrennten Bereiches aus Stahlbeton hergestellt werden.

Auf gleiche Weise werden Oberstrom und Unterstrom der Schütztafel-Wangen und Sohlbalken aus Stahlbeton hergestellt, die den Einbau von Dammbalkenverschlüssen ermöglichen. Damit ist eine Inspektion, Wartung oder auch ein Ausbau der Schütztafel im Trockenen möglich.

Die Anordnung von Wangen und Sohlbalken aus Stahlbeton für die Aufnahme von Dammbalkenverschlüssen wird am oberstromigen und unterstromigen Ende der Fischaufstiegsanlage nach dem gleichen Prinzip vorgesehen. Wesentlich ist, dass die Dammbalken in der Führung nach unten gedrückt werden können, und sie sind mit Führungsspindeln anzuziehen (Abbildung 11).

Nach gegenwärtigem Planungsstand ist vorgesehen die Verschlussorgane rein händische zu bedienen. Eine Steuerung oder Elektrik wird nicht verbaut.

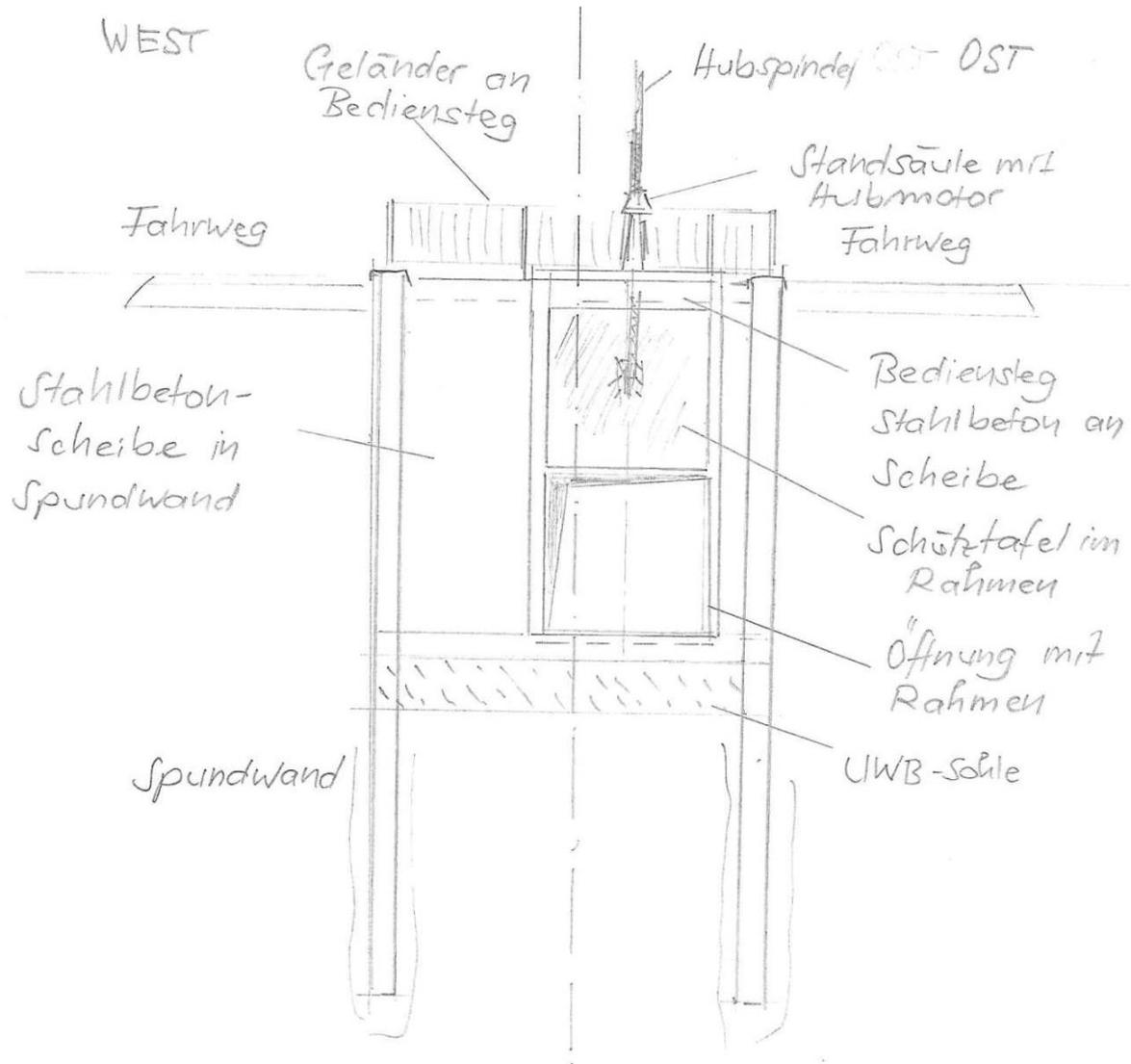


Abbildung 11: Tragwerksskizze Verschlussbereich

#### Baustoffe:

- Spundwände aus Stahl S240 GP oder S 355 GP,
- Profilform VL, PU- oder AZ-Profile mit Schlössern und Eckprofilen,
- Rahmen aus Profilstahl HEB und U, Stahl S 355 JR oder JO,
- (Korrosionsschutz nach Liste der zugelassenen Systeme der BAW,)
- Stahlbeton C 25/30 XC2 XF1,
- Bewehrung B500 (A) lokal verschweißt mit Spundwand (Zulassung)
- Abdeckung Spundwand aus Profilstahl U-Form (Abkantung),
- Geländer, aufgeschweißt,
- Schütztafel ausgelegt nach DIN 19704 mit zugehörigen Antriebs- und Sicherungssystemen,
- Dammbalken ausgelegt nach DIN 19704

#### Einwirkungen:

- Wind-, Schnee-, Erdbebenlasten werden nicht berücksichtigt
- Eigenlasten aller Baustoffe und Bauprodukte
- Erddruck auf die Konstruktion als erhöhter aktiver Erddruck mit Anteil Erdruchdruck von 50%
- Wasserdruck für die verschiedenen Bemessungswasserstände
- Verkehrslasten in der Hinterfüllung nach EAB und Betriebslastmodell, Annahme vorläufig mind. 20 kN/m<sup>2</sup> als unbegrenzte Flächenlast für die Vordimensionierung
- Lasten aus Kränen und Baugeräten nach gesonderter Ermittlung, Freireiter mit großer Auslegerlänge beachten für Spundwandbau
- Lasten aus Zwischenschüttungen für technologische Zwischenzustände (z.B. Vorschüttung nach Oberstrom)
- Lasten auf die Schütztafel aus Differenzwasserdruck,
- Öffnungs- und Verschlusskräfte,
- Eisanhaftungen beachten

#### Brücke über die Fischaufstieganlage

Die Zufahrt zum Nahwehr sowie zur Deponie muss über die Fischaufstiegsanlage möglich bleiben. Dabei sind alle örtlichen Wegebeziehungen abzudecken. Es muss die Möglichkeit der Befahrung des Wirtschaftsweges Unterstrom bis zur Furt geben, Oberstrom muss entlang der Anlage gefahren werden können, der Wehrbereich direkt muss auch erreicht werden können.

Es wird also auf der Spundwand, die die Fischaufstiegsanlage seitlich begrenzt eine Brückenplatte aus Stahlbeton aufgelagert. Diese wird direkt auf den Spundwänden aufgelegt. Hier wird nach dem Abbrennen auf Höhe ein U-Profil aufgelegt. Auf dem U-Profil aus Stahl werden die Elastomerlagerstreifen aufgelegt und eine Schneidenlagerung auf der Spundwand geschaffen. Die Horizontalkräfte können über die „schwimmende Lagerung“ aufgenommen werden. An den Übergängen zum Baugrund werden Winkelstützelemente versetzt, die die Wegebefestigungen abgrenzen (Abbildung 12).

Die Stahlbetonplatte erhält an den Rändern Aufkantungen oder auch Kappen und auf denen werden Füllstabgeländer aufgedübelt. Die Konstruktionselemente werden den aus dem Brückenbau bekannten Richtzeichnungen der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) entnommen.

Alternativ kann nach Definition der aufzunehmenden Lasten untersucht werden, ob auch eine Konstruktion mit Schwerlastgitterrosten möglich wäre.

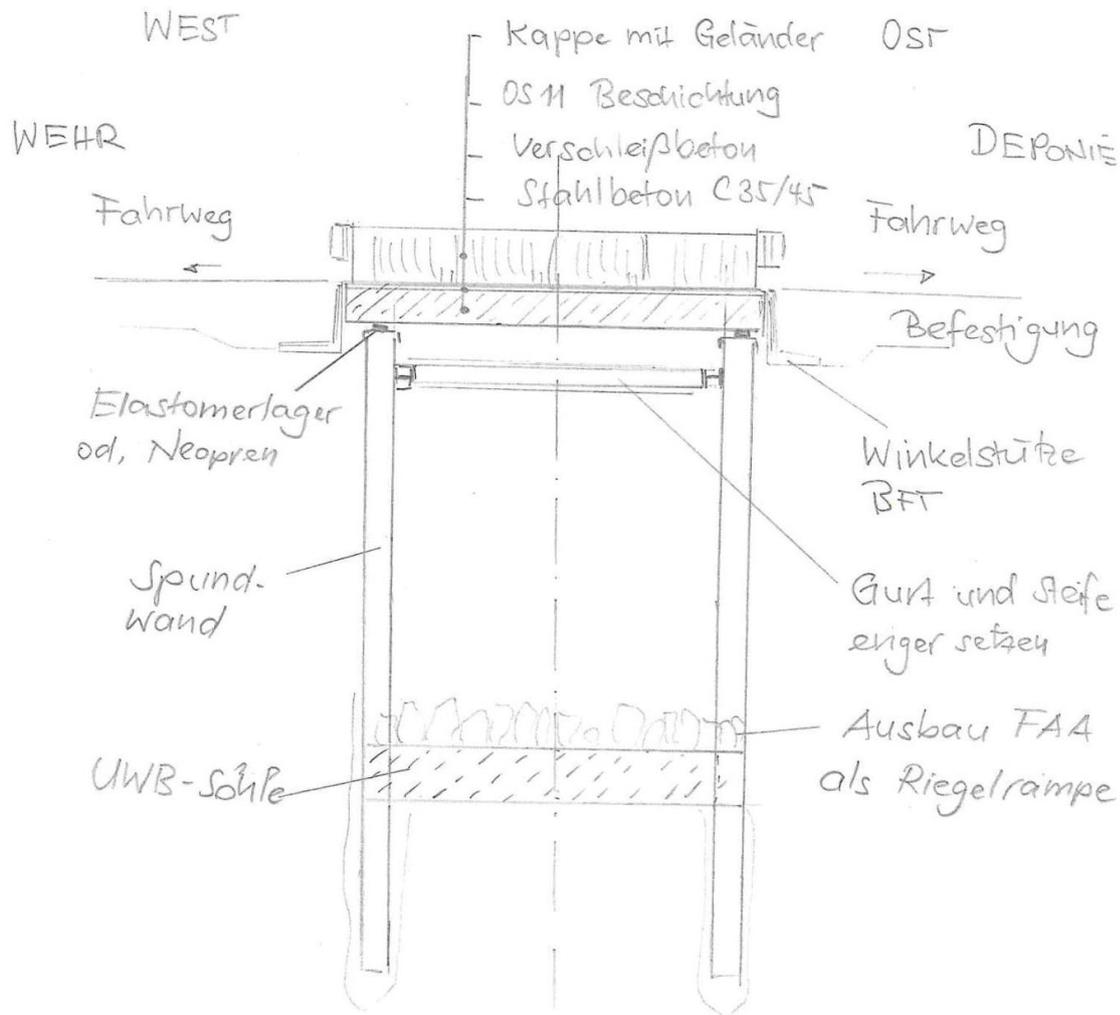


Abbildung 12: Tragwerksskizze Brückenbereich

#### Baustoffe:

- Spundwände aus Stahl S240 GP oder S 355 GP,
- Profilform VL, PU- oder AZ-Profile mit Schlössern und Eckprofilen,
- Rahmen aus Profilstahl HEB und U, Stahl S 355 JR oder JO,
- Korrosionsschutz nach Liste der zugelassenen Systeme der BAW,
- Stahlbeton C 25/30 XC2 XF1,
- Kappenbeton C 35/35 XC3 XF3,
- Bewehrung B500 (A),
- Abdeckung Spundwand aus Profilstahl U-Form (Abkantung),
- Elastomer Gummibalkenlager,
- Geländer, aufgeschweißt,
- Winkelstützelemente aus Betonfertigteilen

Einwirkungen:

- Wind-, Schnee-, Eis- und Erdbebenlasten werden nicht berücksichtigt
- Eigenlasten aller Baustoffe und Bauprodukte
- Erddruck auf die Konstruktion als erhöhter aktiver Erddruck mit Anteil Erdruchdruck von 50%
- Verkehrslasten in der Hinterfüllung nach EAB und Betriebslastmodell, Annahme vorläufig mind. 20 kN/m<sup>2</sup> als unbegrenzte Flächenlast für die Vordimensionierung auf der Hinterfüllung,
- Verkehrslastmodell mit mindestens 6 Rädern und jeweils 100 kN Gewicht (z.B. SLW 60 nach DIN 1072 alt)
- Lasten aus Kränen und Baugeräten nach gesonderter Ermittlung
- Lasten aus Zwischenschüttungen für technologische Zwischenzustände (z.B. Vorschüttung nach Oberstrom)

## 6. Kostenschätzung

Aus dem Lageplan und den Regelquerschnitten / Querprofilen wurden die Mengen ermittelt, auf deren Grundlage die Kostenschätzung (vgl. Anlage 9) abgeleitet werden konnte.

Die Kosten wurden durch das Einsetzen von ortsüblichen Einheitspreisen in die Mengenermittlung berechnet. Die Einheitspreise beinhalten die Material- und die Lohnkosten.

Die Kostenschätzung schließt mit einer Gesamtsumme von rd. 2,07 Mio. € netto ab.

Im Zuge der Entwurfsplanung sind ergänzend hierzu etwaige Kostenrisiken (Baugrundverbesserung, Bauzuwegung / Andienung Baugerätschaften), Kosten für Grunderwerb, ggf. anfallende Kosten für Antrieb / Stromversorgung sowie die resultierenden naturschutzrechtlichen Auflagen kostenseitig zu hinterlegen.

Gegenüber der Kostenannahme (rd. 1,27 Mio. € netto) sind die Investitionskosten um rd. 780 T e netto gestiegen.

Maßgebender Kostentreiber ist hierbei der Spundwandverbau, welcher gleichzeitig als dauerhafte Wandung für die FAA verbleibt. Der Verbau ist hierbei zwingend erforderlich, da der zur Verfügung stehende Baubereich aufgrund angrenzender Restriktionen (Nahlewehr, Deponie) nicht vergrößert werden kann.

Demzufolge sehen wir hier auch das größte Einsparpotenzial, welches nach Durchführung der Baugrundhauptuntersuchung und Aktualisierung der Entwurfs- und Genehmigungsstatik entsprechend eruiert werden muss. Im Zuge dessen können mitunter die Bauteilgeometrien – hier vor allem die Spundwandlänge – ggf. verringert werden.

Die finanziellen Rahmenbedingungen des Auftraggebers sind entsprechend zu prüfen und an die neuen Erfordernisse anzupassen.

## 7. Fazit und Hinweise

Im Ergebnis der vorliegenden Vorplanung wird die Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit am Nahlewehr für realisierbar befunden. Empfohlen wird die weiterführende Projektierung eines technischen Fischpasses mit parallel verlaufender Bypassleitung, welche unterhalb der Furt in die Nahle mündet sowie ein Um- bzw. Ausbau der Zufahrtsrampe zur Furt zu einem Unterhaltungsweg beinhaltet.

Gemäß Aufgabenstellung [1] wurden zwei Varianten auf der rechten Nahleuferseite untersucht, damit der angehende LRT „Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwälder“ nicht nachhaltig beschädigt wird.

Weitergehend sind Abstimmungen hinsichtlich der anzusetzenden Einwirkungen der Betriebsfahrzeuge mit dem Eigentümer (LTV) sowie des Wasserwerken Leipzig durchzuführen. In einem „Buch der Einwirkungen“ sollte das Betriebslastmodell definiert sein, da dies für die spätere Erarbeitung der Genehmigungsstatik erforderlich ist. Weitergehend sind Kranstandplätze für Austauschvorgänge für Anlagenteile am Nahlewehr vorzusehen – auch für die bauzeitlichen Belastungen sind Vorkehrungen zu treffen.

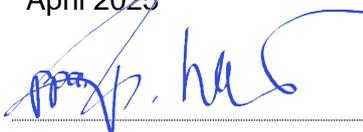
Die Bauzuwegung kann über die Hans-Driesch-Straße erfolgen, welche ebenso für größere Baugeräte zugänglich ist. Es wird die Abfassung eines Logistikkonzeptes empfohlen. Dabei sind auch die Tragfähigkeit von Wegen und Brücken und die Schleppkurven bzw. Bewegungsräume in den Zufahrten zur Baustelle aufzuklären.

Laut Biotopkartierung befindet sich gemäß § 30 BNatSchG auf der rechten Uferseite ein geschützter Röhrriechbewuchs sowie kleinere Biotope/ zu schützende Pflanzungen. Im Zuge der erforderlichen naturschutzfachliche Beurteilung sind diese Bereiche im Kontext der Gesamtplanung aufzugreifen und zu bewerten.

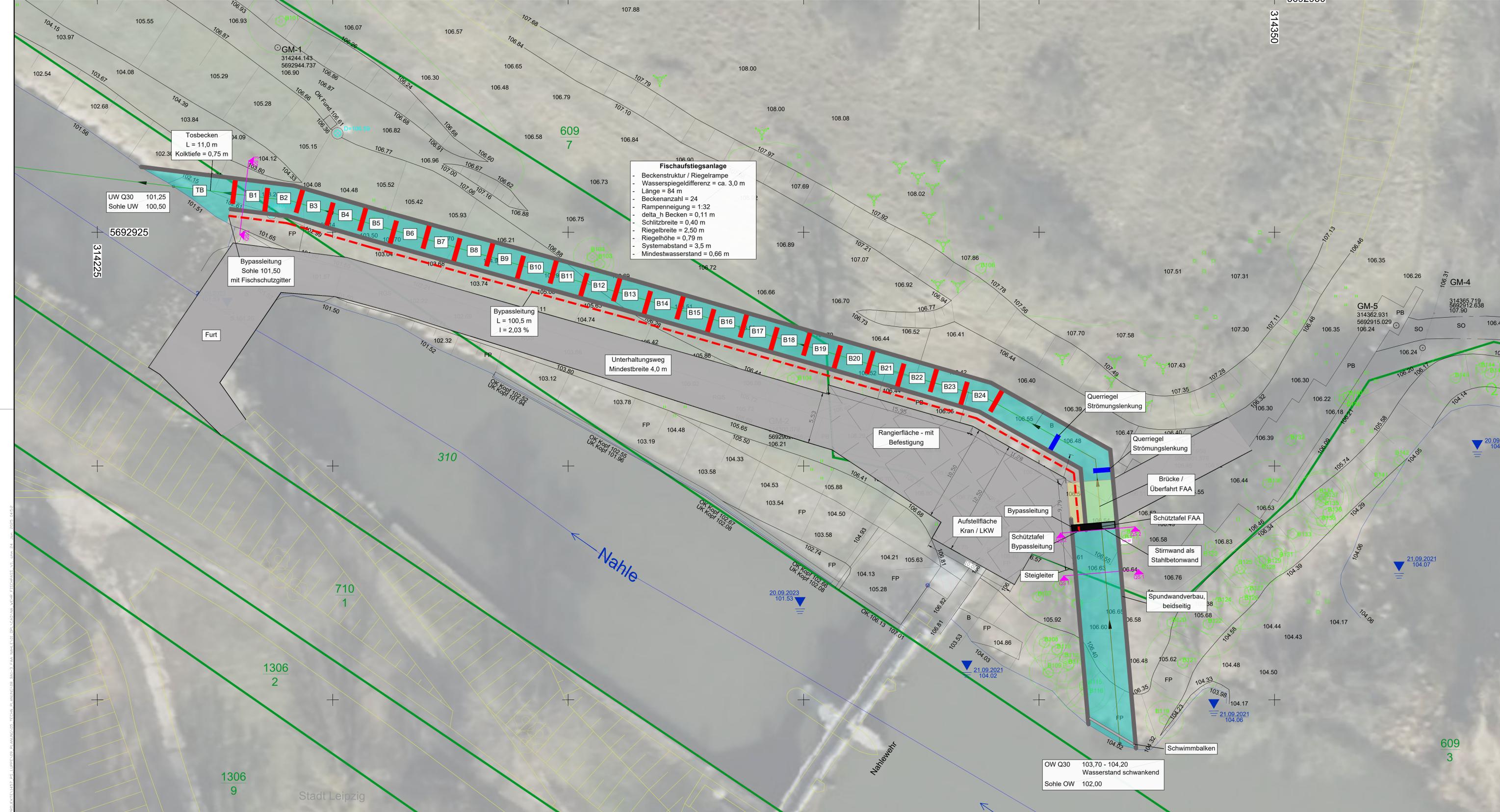
Gegenstand der weiteren Planung ist zudem die im Baugrundgutachten erwähnt Versorgungsleitung mit unbekannter Lage, die Klärung von Grundstücks- und Eigentumsrechtlichen Fragestellungen sowie der Veranlassung einer Baugrundhauptuntersuchung.

erstellt:

April 2025



Ersteller



**Fischaufstiegsanlage**

- Beckenstruktur / Riegelrampe
- Wasserspiegeldifferenz = ca. 3,0 m
- Länge = 84 m
- Beckenanzahl = 24
- Rampenneigung = 1:32
- delta\_h Becken = 0,11 m
- Schlitzbreite = 0,40 m
- Riegelbreite = 2,50 m
- Riegelhöhe = 0,79 m
- Systemabstand = 3,5 m
- Mindestwasserstand = 0,66 m

Tosbecken  
L = 11,0 m  
Kolkentiefe = 0,75 m

UW Q30 101,25  
Sohle UW 100,50

Bypassleitung  
Sohle 101,50  
mit Fischschutzgitter

Bypassleitung  
L = 100,5 m  
I = 2,03 %

Unterhaltungsweg  
Mindestbreite 4,0 m

Rangierfläche - mit  
Befestigung

Querriegel  
Strömunglenkung

Querriegel  
Strömunglenkung

Brücke /  
Überfahrt FAA

Aufstellfläche  
Kran / LKW

Bypassleitung

Schütztafel  
Bypassleitung

Steigleiter

Schütztafel FAA

Stirnwand als  
Stahlbetonwand

Spundwandverbau,  
beidseitig

Schwimmbalken

OW Q30 103,70 - 104,20  
Wasserstand schwankend  
Sohle OW 102,00

**Legende Planung**

- Spundwand
- Schwimmbalken
- Riegel / Trennwand
- Bypassleitung
- Schütztafel
- Stahlbetonwand
- Unterhaltungsweg
- Rangierfläche - mit Befestigung
- Steigleiter

**Legende Vermessung**

- Flussrichtung
- Wasserspiegel
- Geländepunkt
- Flussschleife
- Polygonpunkt
- Verkehrsrischid
- Schild
- Schacht rund
- Schacht eodig
- Laubbaum
- Nadelbaum
- Laubwald
- Grünfläche
- Gebüsch
- Gebüschfläche
- Zaun
- Geländer
- Stützmauer UK
- Böschung
- Wasserspiegeltage
- Grenzen und Achsen
- Gemeindegrenzung
- Flurstück
- DSGK

Unterlage	Blatt	Zugehörige Planzeichnungen	Maßstab

Nr.	Art der Änderung	Datum	Zeichen
03	Text	dd.mm.jj	Kürzel
02	Text	dd.mm.jj	Kürzel
01	Text	dd.mm.jj	Kürzel

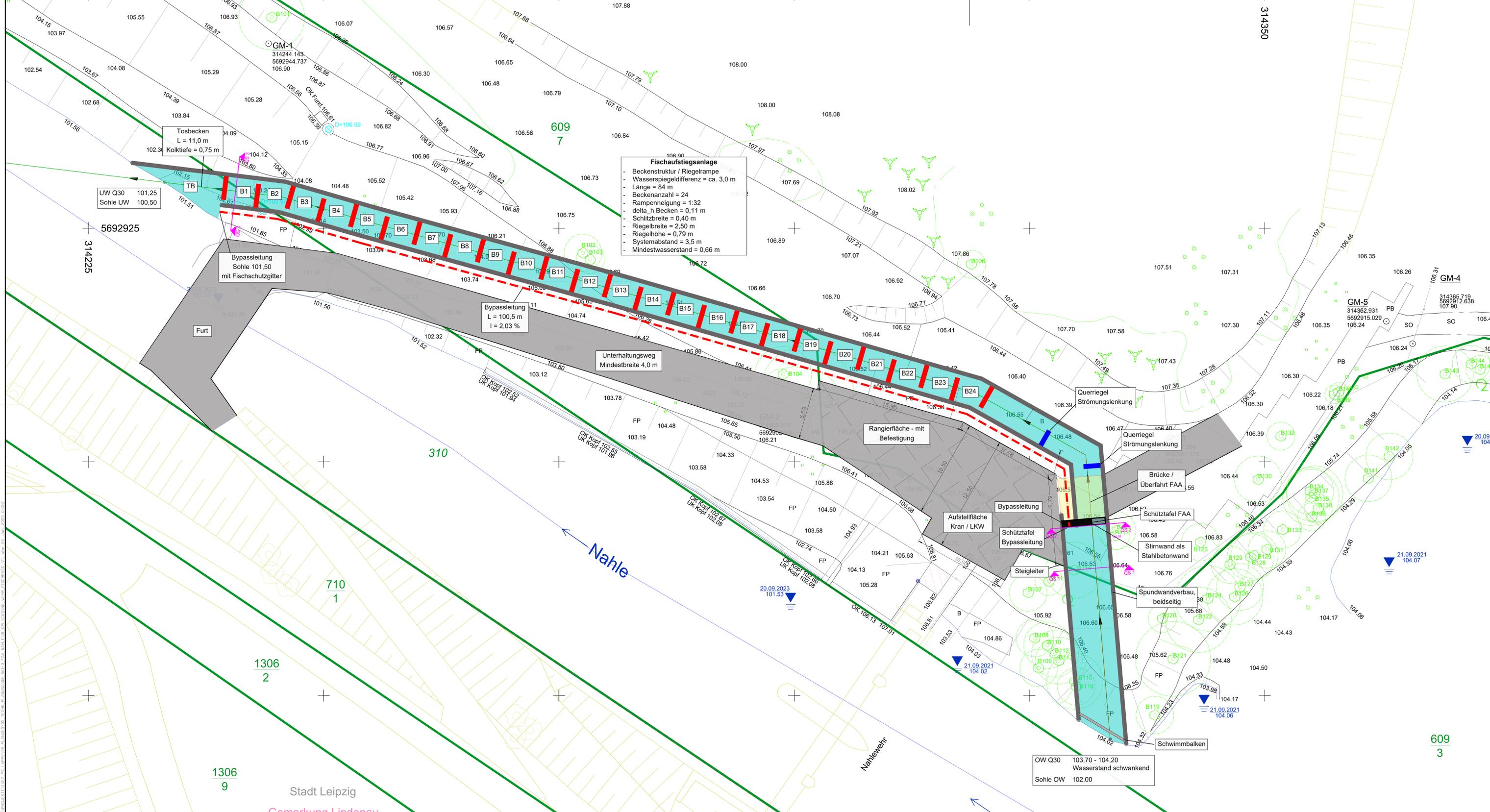
<b>Auftraggeber</b>	Stadt Leipzig Amt für Stadtgrün und Gewässer Abt. Gewässerentwicklung SG Wasserbaumanagement Prager Straße 118-136 04317 Leipzig	<b>bestätigt:</b> (Name, Unterschrift, Stempel)
---------------------	---	---

<b>Auftragnehmer</b>	C&E Consulting und Engineering GmbH Jagdshänkenstrasse 52 D-09117 Chemnitz/Germany Tel: +49-371-881 43 80 Fax: +49-371-881 45 89
----------------------	--

<b>Legenbezug</b>	ETRS89 - UTM33	<b>Höhenbezug:</b> DHHN2016
<b>Landkreis:</b>	Stadt Leipzig	<b>Gemeinde:</b> Stadt Leipzig
<b>Gemarkung:</b>	Möckern	<b>Flurstück:</b>

<b>Datum</b>	25-04-29	<b>Name</b>	Ataallah	<b>Unterschrift</b>	<i>[Signature]</i>	<b>Neubau Fischpass am Nahlewehr V1 - Variante mit Spundwandverbau Lageplan</b>
<b>Gez.</b>	25-04-29	<b>Gez.</b>	Ataallah	<i>[Signature]</i>		
<b>Bearb.</b>	25-04-29	<b>Bearb.</b>	Ataallah	<i>[Signature]</i>		
<b>Gepr.</b>	25-04-29	<b>Gepr.</b>	Weber	<i>[Signature]</i>		
<b>Stand:</b>	25-04-29	<b>Auftragsnr.:</b>	23310472	<b>Plan-Nr.:</b>	1264 x 597	<b>Maßstab (m, cm)</b>
<b>Phase:</b>	2	<b>Bl.:</b>	1	<b>Maßstab:</b>	1:150	<b>Unterlage</b>
						1 / 1

© 2023 C&E Consulting und Engineering GmbH. Alle Rechte vorbehalten. Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt und darf nicht ohne schriftliche Genehmigung des Auftragnehmers weitergegeben oder veröffentlicht werden.



**Fischaufstiegsanlage**

- Beckenstruktur / Riegelrampe
- Wasserspiegeldifferenz = ca. 3,0 m
- Länge = 84 m
- Beckenanzahl = 24
- Rampenneigung = 1:32
- delta\_h Becken = 0,11 m
- Schlitzbreite = 0,40 m
- Riegelbreite = 2,50 m
- Riegelhöhe = 0,79 m
- Systemabstand = 3,5 m
- Mindestwasserstand = 0,66 m

**Legende Planung**

- Spundwand
- Schwimmbalken
- Riegel / Trennwand
- Bypassleitung
- Schutztafel
- Stahlbetonwand
- Unterhaltungsweg
- Rangierfläche - mit Befestigung
- Steigleiter

**Legende Vermessung**

- Fließrichtung
- Wasserspiegel
- Geländepunkt
- Polygonpunkt
- Verkehrsschild
- Schild
- Schacht rund
- Schacht eckig
- Laubbaum
- Nadelbaum
- Laubwald
- Grünfläche
- Gebüsch
- Gebüschfläche
- Zaun
- Geländer
- Stützmauer UK
- Böschung
- Wasserspiegeltage
- Grenzen und Achsen
- Gemeinde
- Gemarkung
- Flurstück
- DSGK

Unterlage	Blatt	Zugehörige Planzeichnungen	Maßstab

Nr.	Art der Änderung	Datum	Zeichen
03	Text	dd.mm.jj	Kürzel
02	Text	dd.mm.jj	Kürzel
01	Text	dd.mm.jj	Kürzel

**Auftraggeber** Stadt Leipzig  
 Amt für Stadtgrün und Gewässer  
 Abt. Gewässerentwicklung  
 SG Wasserbaumanagement  
 Prager Straße 118-136  
 04317 Leipzig

**bestätigt:** (Name, Unterschrift, Stempel)

**Auftragnehmer** C&E Consulting und Engineering GmbH  
 Jagdschänkenstrasse 52  
 D-09117 Chemnitz/Germany  
 Fon: +49-371-881 43 80  
 Fax: +49-371-881 45 89

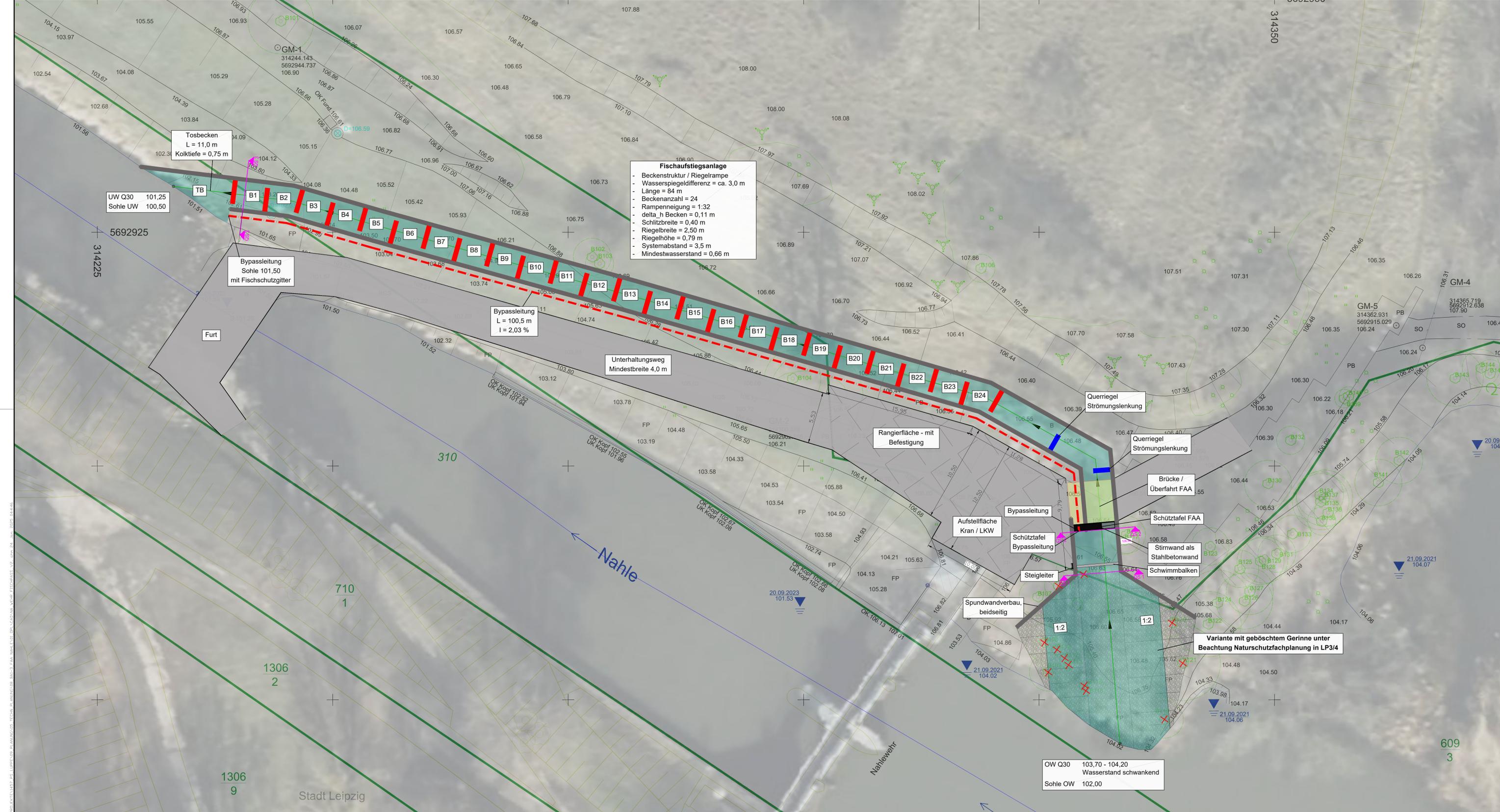
**Neubau Fischpass am Nahlewehr V1 - Variante mit Spundwandverbau Lageplan**

Datum	Name	Unterschrift
Gez.:	25-04-29	Ataallah
Bearb.:	25-04-29	Ataallah
Gepr.:	25-04-29	Weber
Stand:	25-04-29	
Auftragsnr.:	23310472	Plan-Nr.:
Phase:	2	Blz.:

Höhenbezug: DHHN2016  
 Gemeinde: Stadt Leipzig  
 Flurstück:  

Maßstab (m, cm) 1:150  
 Unterlage 1/1

C:\PROJEKTE\1427\_P3\_LUFFENUP\_P1\_AUFWANDIG\_TECHN\_PLANUNG\03\_Bla.3\_DWA\_MAKEL\DWI\_VORLAGE\DWI\_FISCHPASS\_V1.dwg, 2023.09.20, 09:55



**Fischaufstiegsanlage**

- Beckenstruktur / Riegelrampe
- Wasserspiegeldifferenz = ca. 3,0 m
- Länge = 84 m
- Beckenanzahl = 24
- Rampenneigung = 1:32
- delta\_h Becken = 0,11 m
- Schlitzbreite = 0,40 m
- Riegelbreite = 2,50 m
- Riegelhöhe = 0,79 m
- Systemabstand = 3,5 m
- Mindestwasserstand = 0,66 m

Tosbecken  
L = 11,0 m  
Kolkentiefe = 0,75 m

UW Q30 101,25  
Sohle UW 100,50

Bypassleitung  
Sohle 101,50  
mit Fischschutzgitter

Bypassleitung  
L = 100,5 m  
I = 2,03 ‰

Unterhaltungsweg  
Mindestbreite 4,0 m

Rangierfläche - mit  
Befestigung

Querriegel  
Strömunglenkung

Querriegel  
Strömunglenkung

Brücke /  
Überfahrt FAA

Aufstellfläche  
Kran / LKW

Bypassleitung

Schütztafel  
Bypassleitung

Steigleiter

Spundwandverbau,  
beidseitig

Schütztafel FAA

Stirnwand als  
Stahlbetonwand

Schwimmbalken

Variante mit geböschtem Gerinne unter  
Beachtung Naturschutzfachplanung in LP3/4

OW Q30 103,70 - 104,20  
Wasserstand schwankend  
Sohle OW 102,00

**Legende Planung**

- Spundwand
- Schwimmbalken
- Riegel / Trennwand
- Bypassleitung
- Schutztafel
- Stahlbetonwand
- Unterhaltungsweg
- Rangierfläche - mit Befestigung
- Steigleiter
- Baumfällung (nur bei der Grinze-Variante)

**Legende Vermessung**

- Fließrichtung
- Wasserspiegel
- Flusssohle
- Geländepunkt
- Polygonpunkt
- Verkehrsschild
- Schild
- Schacht rund
- Schacht edig
- Laubbaum
- Nadelbaum
- Laubwald
- Grünfläche
- Gebüsch
- Gebüschfläche
- Zaun
- Geländer
- Stützmauer UK
- Böschung
- Wasserspiegeltage
- Grenzen und Achsen
- Gemeinde
- Gemarkung
- Flurstück
- DSGK

Unterlage	Blatt	Zugehörige Planzeichnungen	Maßstab

Nr.	Text	dd.mm.jj	Kürzel
03	Text		
02	Text		
01	Text		
Nr.	Art der Änderung	Datum	Zeichen

**Auftraggeber** Stadt Leipzig  
Amt für Stadtgrün und Gewässer  
Abt. Gewässerentwicklung  
SG Wasserbaumanagement  
Prager Straße 118-136  
04317 Leipzig

**Auftragnehmer** C&E Consulting und Engineering GmbH  
Jagdschänkenstrasse 52  
D-09117 Chemnitz/Germany  
Fon: +49-371-881 43 80  
Fax: +49-371-881 45 89

**Legenbezug:** ETRRS89 - UTM33  
**Landkreis:** Stadt Leipzig  
**Gemarkung:** Möckern

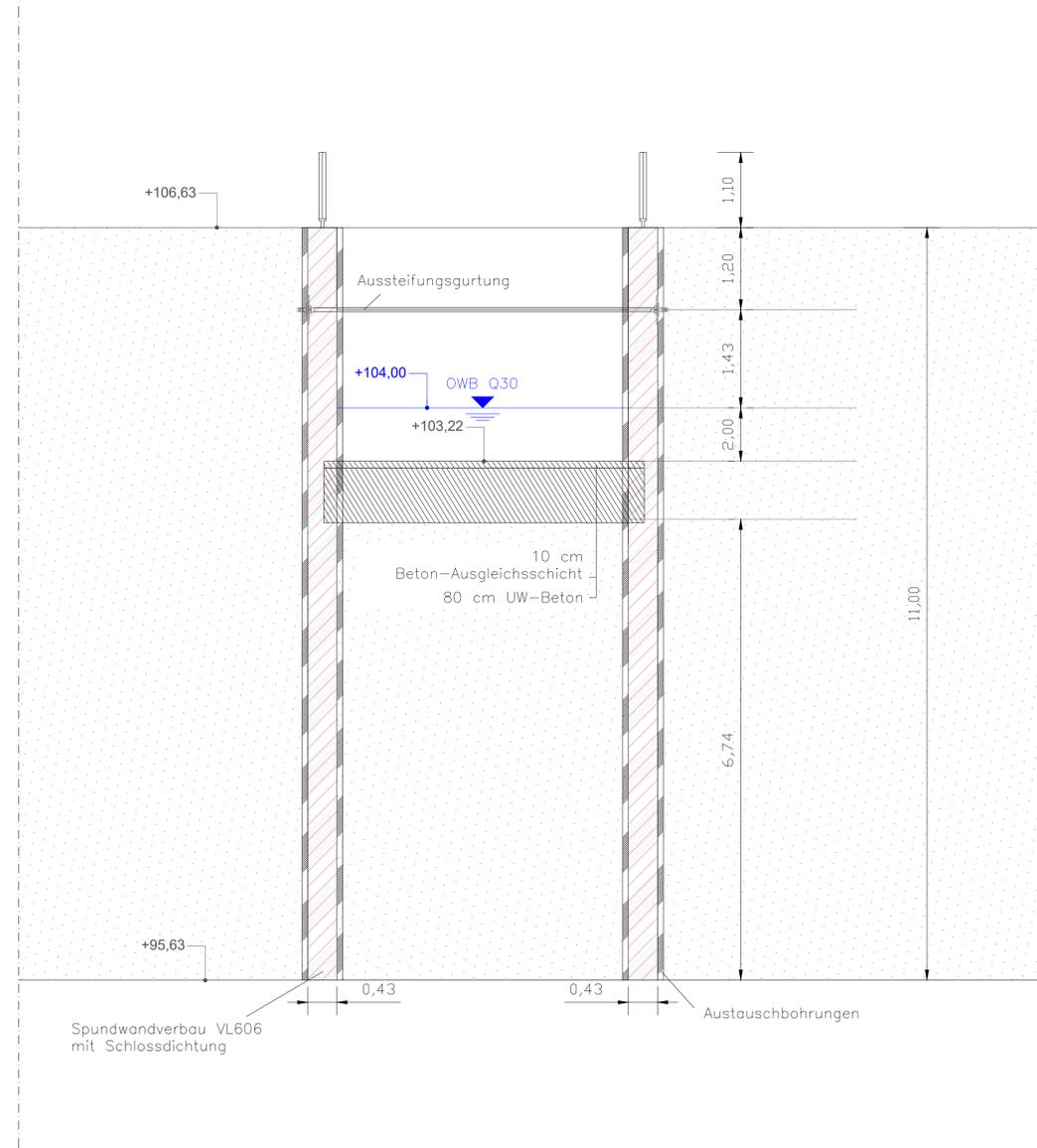
**Höhenbezug:** DHNN2016  
**Gemeinde:** Stadt Leipzig  
**Flurstück:**

Datum	Name	Unterschrift	Neubau Fischaufstiegsanlage am Nahlewehr V2 - Variante mit geböschtem Gerinne Lageplan
Gez. 25-04-29	Ataallah		
Bearb. 25-04-29	Ataallah		
Gepr. 25-04-29	Weber		
Stand: 25-04-29			
Auftragsnr.: 23310472	Plan-Nr.: 1264 x 597	Maßstab (m, cm): 1:150	Unterlage: 1/1
Phase: 2			

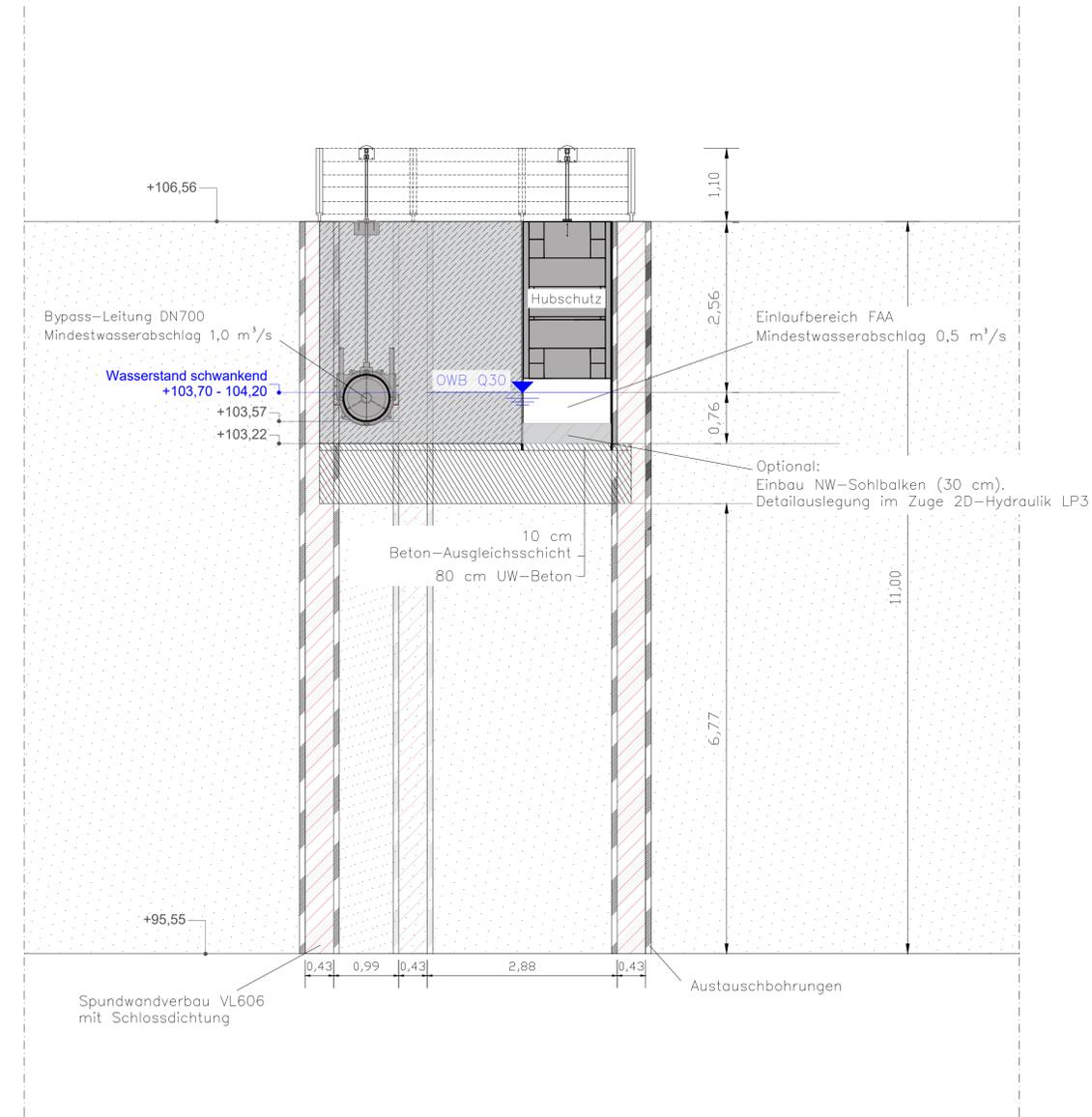
C:\projekte\1457\_P3\_LIEFERUNG\_Planung\03\_Planung\03\_Planung\FISCHAUFSTIEGS\_V2\_02m\_24\_09m\_2023\_144.dwg



# QS1



# QS2



### Legende Planung

-  Spundwand
-  Stahlbetonwand
-  Beton / UW-Beton
-  Austauschbohrung

Unterlage	Blatt	Zugehörige Planzeichnungen	Maßstab

03	Text		dd.mm.jj	Kürzel
02	Text		dd.mm.jj	Kürzel
01	Text		dd.mm.jj	Kürzel
Nr.	Art der Änderung		Datum	Zeichen

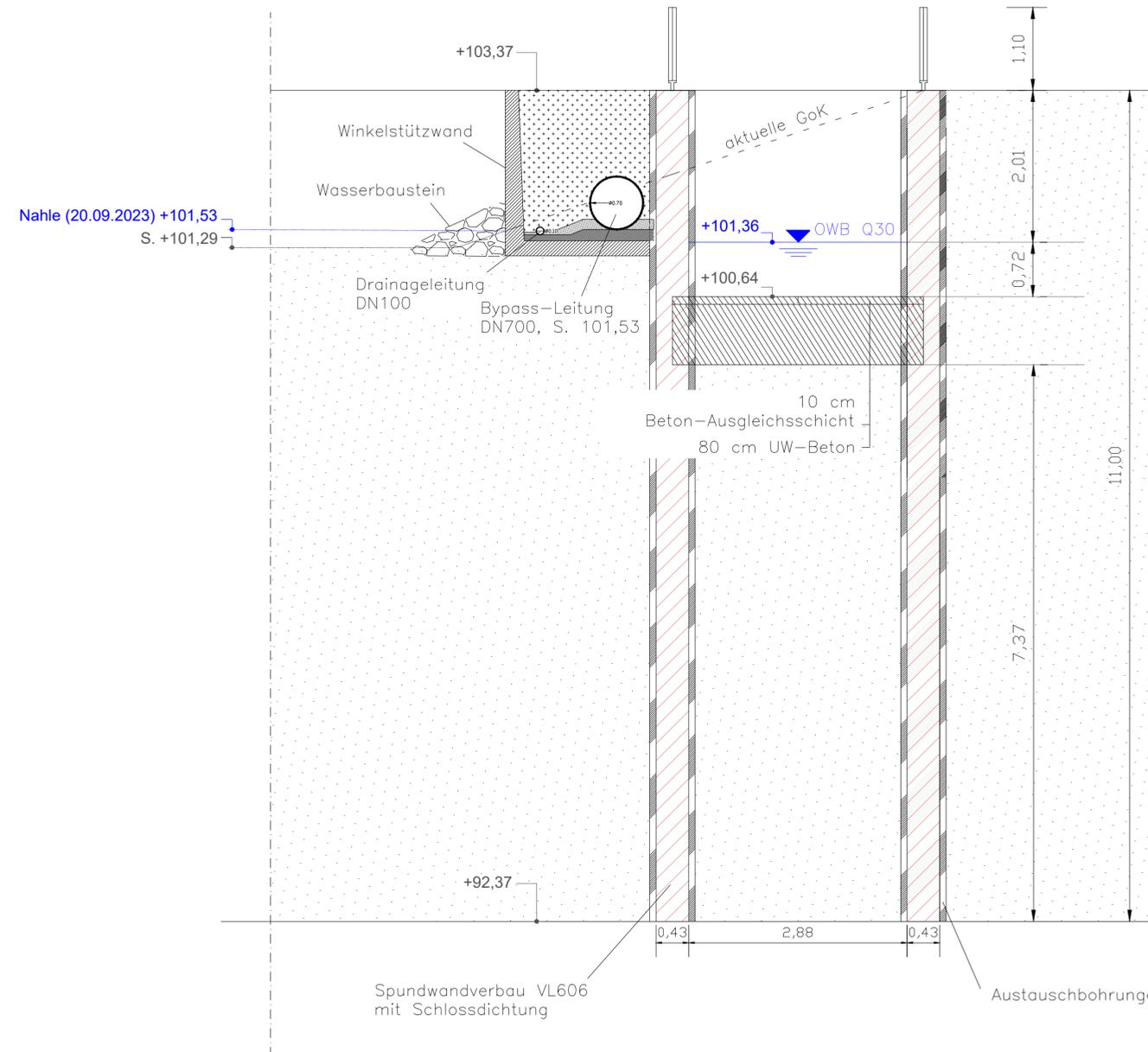
<b>Auftraggeber</b>	Stadt Leipzig Amt für Stadtgrün und Gewässer	<b>bestätigt:</b> (Name, Unterschrift, Stempel)
<b>Stadt Leipzig</b>	Abt. Gewässerentwicklung SG Wasserbaumanagement Prager Straße 118-136 04317 Leipzig	

<b>Auftragnehmer</b>	C&E Consulting und Engineering GmbH Jagdschänkenstrasse 52 D-09117 Chemnitz/Germany Fon: +49-371-881 43 80 Fax: +49-371-881 45 89
<b>Gezeichnet:</b>	Ataallah
<b>Bearbeitet:</b>	Ataallah
<b>Geprüft:</b>	Weber
<b>Stand:</b>	25-04-29
<b>Auftragsnr.:</b>	23310472
<b>Phase:</b>	2

<b>Gezeichnet:</b>	Ataallah	<b>Unterschrift:</b>		<b>Neubau Fischpass am Nahlewehr Querschnitte 1-2</b>
<b>Bearbeitet:</b>	Ataallah	<b>Unterschrift:</b>		
<b>Geprüft:</b>	Weber	<b>Unterschrift:</b>		
<b>Stand:</b>	25-04-29	<b>Unterschrift:</b>		
<b>Auftragsnr.:</b>	23310472	<b>Plan-Nr.:</b>	2	
<b>Phase:</b>	2	<b>Blatt-Nr.:</b>	1264 x 423	
		<b>Maßstab (m, cm):</b>	1:50	
		<b>Unterlage</b>	2	
		<b>Bl.</b>	1 / 1	

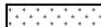
G:\PROJEKTE\1457\_PIS\_LIPPE\03\_PLANUNG\03\_BAU\_3\_FAA\_MALE\01\_DRUCKENNA\_WEHR\_FISCHPASS\_V1.dwg 24. Jan. 2025 04:52

# QS3



Ausgehend von einem ersten  
Wasserspiegel OWB Q30 = 104,00

## Legende Planung

-  Spundwand
-  Auffüllung
-  Bodenbettung
-  Beton / UW-Beton
-  Austauschbohrung

Unterlage	Blatt	Zugehörige Planzeichnungen	Maßstab

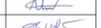
Nr.	Art der Änderung	Datum	Zeichen
03	Text	dd.mm.jj	Kürzel
02	Text	dd.mm.jj	Kürzel
01	Text	dd.mm.jj	Kürzel

**Auftraggeber** Stadt Leipzig  
Amt für Stadtgrün und Gewässer  
Abt. Gewässerentwicklung  
SG Wasserbaumanagement  
Prager Straße 118-136  
04317 Leipzig

**bestätigt:** (Name, Unterschrift, Stempel)

**Auftragnehmer** C&E Consulting und Engineering GmbH  
Jagdschänkenstrasse 52 Fon: +49-371-881 43 80  
D-09117 Chemnitz/Germany Fax: +49-371-881 45 89

**Lagebezug:** ETRS89 - UTM33 **Höhenbezug:** DHHN2016  
**Landkreis:** Stadt Leipzig **Gemeinde:** Stadt Leipzig  
**Gemarkung:** Möckern **Flurstück:**

Datum	Name	Unterschrift	<b>Neubau Fischpass am Nahlewehr Querschnitt 3</b>
25-04-29	Ataallah		
25-04-29	Ataallah		
25-04-29	Weber		

**Stand:** 25-04-29  
**Auftragsnr.:** 23310472 **Plan-Nr.:** **Maßstab (m, cm)** **Unterlage** 2  
**Phase:** 2 **Bl.gr.:** 1264 x 423 **1:50** **Bl.** 2 / 2



## Fischaufstiegsanlage

Bauvorhaben:	Fischaufstiegsanlage Nahlewehr
Projektnummer:	1457-2
Variante	Raugerinne Beckenbauweise
Gewässer:	Nahle
Fließgewässerregion:	Barbenregion mit Hechtvorkommen
Querschnittsform:	FAA in Beckenbauweise

	ausfüllen
	wird berechnet

## 1. Projektbeschreibung

## 2. Projektkenngrößen

Gewässername	Nahle		Hinweis
Regelwasserstand Oberwasser $Q_{30}$	$H_{o,Q30} =$	104,00 mNHN	Schätzung
Regelwasserstand Unterwasser $Q_{30}$	$H_{u,Q30} =$	101,25 mNHN	Schätzung
Wasserspiegeldifferenz gesamt $Q_{30}$	$h_{gesamt,Q30} =$	2,75 m	
Abfluss $Q_{30}$	$Q_{30} =$	0,50 $m^3/s$	
Regelwasserstand Oberwasser $Q_{330}$	$H_{o,Q330} =$	104,20 mNHN	Schätzung
Regelwasserstand Unterwasser $Q_{330}$	$H_{u,Q330} =$	101,50 mNHN	Schätzung
Wasserspiegeldifferenz $Q_{330}$	$h_{gesamt,Q330} =$	2,70 m	
Abfluss $Q_{330}$	$Q_{330} =$	1,50 $m^3/s$	
Hochwasserabfluss $HQ_{100}$	$HQ_{100} =$	220 $m^3/s$	
Sohlhöhe Oberwasser	SOW =	102,00 mNHN	Schätzung
Sohlhöhe Unterwasser	SUW =	100,50 mNHN	Schätzung

## 3. Hinweise zur Berechnung

Die Bemessung des Raugerinnes in Beckenbauweise (Sohlgleite mit Beckenstruktur) wurde in Anlehnung an die aktuellen Merkblätter bzw. Literatur:

- DWA-M 509 Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke (2014)
- LUBW - Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern - Leitfaden Teil 2 (2007)
- Fischwege und Sohlgleiten, Rolf-Jürgen Gebler, Verlag Wasser + Umwelt, 2009

Aufgeführte Tabellen und Bilder sind den genannten Merkblättern entnommen.

<sup>1)</sup> da der  $Q_{30}$  und  $Q_{330}$  (Abfluss eines Gewässers, der an 30 bzw. 330 Tagen im Jahr unterschritten wird) meist nur direkt an einem Pegel bekannt ist, werden folgende Annahmen getroffen:

$Q_{30} = MNQ$	nicht erforderlich
$Q_{330} = 2 * MQ$	nicht erforderlich

### Grenz-Bemessungswerte für die Auslegung

1) Biologische bemessungswerte

a) Fließgewässerzonierung

Barbenregion / Epipotamal

b) Leitfischart

Hecht, Brachse, Quappe

c) Geometrische Grenzwerte gem. Tab. 15.16 DWA-M 509

$L_{Fisch} =$		1,00 m	Hecht
$H_{Fisch} =$		0,21 m	Brachse
$D_{Fisch} =$		0,11 m	Quappe
Längabstand von Einbauten	$3x L_{Fisch} =$	3,00 m	
Wassertiefe Wanderkorridor	$2,5x H_{Fisch} =$	0,53 m	
Wassertiefe Engstelle	$2,0x H_{Fisch} =$	0,42 m	
Breite Wanderkorr. Engstelle	$3,0x D_{Fisch} =$	0,33 m	

max. Fließgeschwindigkeit  
(Vgl. Tabelle 17 DWA-M 509)

$$v_{\max} = 1,70 \text{ m/s}$$

max. Leistungsdichte (Vgl. Tabelle 21 DWA M 509)

$$P_{\text{Grenz}} = 135 \text{ W/m}^2$$

Tabelle 15 DWA-M 509

Art	Hauptverbreitungsgebiet					$L_{\text{Fisch}}$ (m)	relative Höhe $k_{\text{hoch}} = \frac{H_{\text{Fisch}}}{L_{\text{Fisch}}}$	relative Dicke $k_{\text{dick}} = \frac{D_{\text{Fisch}}}{L_{\text{Fisch}}}$	absolute Höhe $H_{\text{Fisch}}$	absolute Dicke $D_{\text{Fisch}}$
	Forellenregion	Äschenregion	Barbenregion	Brachsenregion	Kaulbarsch-Flunder-Region					
Bachforelle	■	■				0,5	0,19	0,10	0,10	0,05
Äsche		■	■			0,5	0,19	0,10	0,10	0,05
Huchen		■	■			1,0	0,16	0,12	0,16	0,12
Seeforelle		■	■			1,0	0,21	0,12	0,21	0,12
Perlfisch		■	■			0,7	0,18	0,10	0,13	0,07
Döbel		■	■			0,6	0,26	0,17	0,16	0,10
Lachs		■	■	■	■	1,0	0,17	0,10	0,17	0,10
Meerforelle		■	■	■	■	0,8	0,21	0,11	0,17	0,09
Quappe		■	■	■	■	0,6	0,18	0,18	0,11	0,11
Plötze		■	■	■	■	0,4	0,32	0,15	0,13	0,06
Barbe			■			0,7	0,19	0,12	0,13	0,08
Nase			■			0,6	0,26	0,16	0,15	0,09
Zährte			■	■		0,5	0,25	0,11	0,13	0,06
Sterlet			■	■		0,9	0,17	0,12	0,15	0,11
Aland			■	■	■	0,6	0,30	0,15	0,18	0,09
Brachsen			■	■	■	0,6	0,35	0,10	0,21	0,06
Rapfen			■	■	■	0,7	0,21	0,11	0,15	0,07
Barsch			■	■	■	0,4	0,31	0,17	0,12	0,07
Hecht			■	■	■	1,0	0,14	0,10	0,14	0,10
Zander			■	■	■	0,8	0,19	0,12	0,15	0,10
Wels			■	■	■	1,6	0,16	0,15	0,26	0,24
Maifisch			■	■	■	0,8	0,20	0,10	0,16	0,08
Karpfen			■	■	■	0,8	0,30	0,16	0,24	0,13
Karause			■	■	■	0,45	0,30	0,16	0,14	0,07
Schleie			■	■	■	0,6	0,26	0,15	0,16	0,09
Stör			■	■	■	3,0	0,17	0,12	0,51	0,36
Finte			■	■	■	0,5	0,20	0,10	0,10	0,05
Schnäpel			■	■	■	0,4	0,20	0,10	0,08	0,04

ANMERKUNG  
Die farbliche Markierung des Hauptverbreitungsgebietes entspricht der Farbgebung der Fließgewässerregionen gemäß 3.1.4.1

**Hinweis:** Bemessungsfische gem. Aussage Fischereibehörde; maßgebende Fischart für  
 Längsabstand = Hecht                      Breite Wanderkorridor = Quappe  
 Wassertiefe = Brachse

Tabelle 16 DWA-M 509

Art	Hauptverbreitungsgebiet					Längsabstand von Einbauten (m)	Wassertiefe (m)			Breite Wanderkorridor (m)		
	Forellenregion	Äschenregion	Barbenregion	Brachsenregion	Kaulbarsch-Flunder-Region		Wanderkorridor	Engstelle	Länge der Engstelle			
									punktuell	≤ 2 m	> 2 m	
									3 $L_{Fisch}$	2,5 $H_{Fisch}$	2 $H_{Fisch}$	3 $D_{Fisch}$
Bachforelle						1,50	0,24	0,19	0,15	0,30	0,45	
Äsche						1,50	0,24	0,19	0,15	0,30	0,45	
Huchen						3,00	0,40	0,32	0,36	0,72	1,08	
Seeforelle						3,00	0,53	0,42	0,36	0,72	1,08	
Perlfisch						2,10	0,32	0,25	0,21	0,42	0,63	
Döbel						1,80	0,40	0,32	0,30	0,59	0,89	
Lachs						3,00	0,42	0,34	0,30	0,60	0,90	
Meerforelle						2,40	0,42	0,33	0,27	0,54	0,81	
Quappe						1,80	0,27	0,22	0,32	0,63	0,95	
Plötze						1,20	0,32	0,25	0,18	0,35	0,53	
Barbe						2,10	0,33	0,26	0,25	0,51	0,76	
Nase						1,80	0,39	0,31	0,28	0,56	0,84	
Zährte						1,50	0,31	0,25	0,17	0,33	0,50	
Sterlet						2,70	0,38	0,31	0,32	0,65	0,97	
Aland						1,80	0,45	0,36	0,28	0,55	0,83	
Brachsen						1,80	0,52	0,42	0,18	0,36	0,54	
Rapfen						2,10	0,37	0,30	0,22	0,45	0,67	
Barsch						1,20	0,31	0,25	0,21	0,42	0,63	
Hecht						3,00	0,35	0,28	0,30	0,60	0,90	
Zander						2,40	0,38	0,30	0,29	0,58	0,87	
Wels						4,80	0,64	0,51	0,72	1,44	2,16	
Maifisch						2,40	0,40	0,32	0,45	0,90	1,35	
Karpfen						2,40	0,60	0,48	0,38	0,77	1,15	
Karausche						1,35	0,34	0,27	0,22	0,43	0,65	
Schleie						1,80	0,39	0,31	0,27	0,54	0,81	
Stör						9,00	1,28	1,02	1,08	2,16	3,24	
Finte						1,50	0,25	0,20	0,15	0,30	0,45	
Schnäpel						1,20	0,20	0,16	0,12	0,24	0,36	

ANMERKUNGEN  
Die farbliche Markierung des Hauptverbreitungsgebietes entspricht der Farbgebung der Fließgewässerregionen gemäß 3.1.4.1.  
Für die Breite der Schlupflöcher konventioneller Beckenpässe gelten gemäß 4.6.3.5 höhere Werte.

Tabelle 17 DWA-M 509

Gesamthöhenunterschied	Fließgewässerregion					
	Obere Forellenregion	Untere Forellenregion	Äschenregion	Barbenregion	Brachsenregion	Kaulbarsch-Flunder-Region
< 3 m	2,2	2,1	2,0	1,8	1,7	1,6
3 m bis 6 m	2,1	2,0	1,9	1,7	1,6	1,5
6 m bis 9 m	2,0	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4
>9 m	1,9	1,8	1,7	Einzelfallentscheidung		

### Sicherheitsbeiwerte S, für Raugerinne Beckenpässe Gem. Kapitel 7.3.1 DWA-M 509

Sicherheitsbeiwerte für die Dimensionen  $S_g$

Raugerinne mit Beckenstruktur  $S_g = 0,8$

(Auswahl definierter Steine)

Sicherheitsbeiwert für die Fließgeschwindigkeit  $S_v$

Raugerinne-Beckenpässe aufgrund materialbedingter Unschärfen  $S_v = 0,9$

Sicherheitsbeiwert für die Leistungsdichte  $S_p$

Beckenartige Raugerinne  $S_p = 0,9$

Betrieblicher Sicherheitsbeiwert  $S_b$

Raugerinne-Beckenpässe mit Einbauten aus Naturstein  $S_b = 1$

Begründung:

Geringer Wartungsaufwand aufgrund gutem  
Selbstreinigungseffekt der FAA bei höheren Abflüssen

### Bemessungswert für die Fließgeschwindigkeit

$$v_{bem} = S_b \cdot S_v \cdot v_{grenz}$$

$v_{bem}$  = Bemessungswert der Fließgeschwindigkeit

$v_{grenz}$  = Grenzwert der Fließgeschwindigkeit

$$P_{D,bem} = S_p \cdot P_{D,grenz}$$

$P_{D,bem}$  = Bemessungswert der Leistungsdichte

$P_{D,grenz}$  = Grenzwert der Leistungsdichte

### geometrische Bemessungswerte

Bemessungswert = Grenzwert /  $S_g$

### Gewählte Bemessungswerte

Fließgeschwindigkeit	$v_{bem} =$	$S_v \cdot S_b \cdot v_{max} =$	1,53 m/s
Leistungsdichte	$P_{D,bem} =$	$S_p \cdot S_b \cdot P_{Grenz} =$	121,5 W/m <sup>3</sup>
Wassertiefe unterhalb Riegelreihe	$h_{U,EFF} =$	$2,5HFisch/S_g$	0,66 m
da stark auskragendes Sohlmaterial in den Becken verwendet wird, wird der Sicherheitsbeiwert $S_g$ auf 0,8 gesetzt.			
Mindesttiefe im Durchlass mit NW-Schwelle	$h_{D,min} =$	$2xHFisch / S_g =$	0,53 m
Öffnungsbreite für min. einen Durchlass	$b_{S,min} =$	$3xDFisch / S_g =$	0,41 m
min. mittlere lichte Beckenbreite	$b_{bem} =$	$5x\Sigma b_{s,i} =$	2,06 m
max. Absturzhöhe zw. den Becken	$\Delta h_{bem} =$		0,11 m

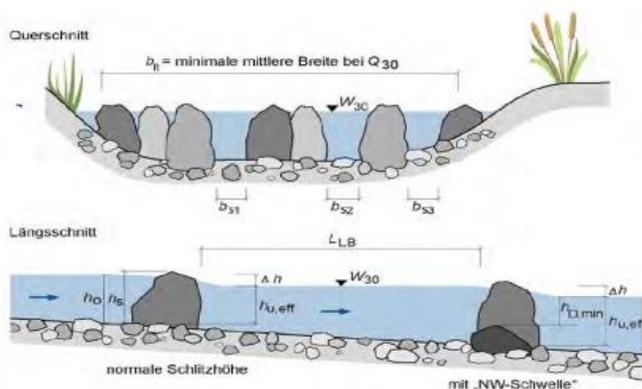
(Vgl. Tab. 36 DWA-M 509; Abesnkung um 1 cm zur Gewährleistung einer besseren Betriebssicherheit)

Tabelle 36 DWA-M 509

Fließgewässerregion	$\Delta h_{bem}$ planerische Absturzhöhe zwischen Becken (m)	$v_{m,bem}$ mittlere Fließgeschwin- digkeit im Becken (m/s)	$P_{D,bem}$ maximale Leistungsdichte (W/m <sup>3</sup> )
Gebirgsregion	in Anlehnung an die natürlichen Verhältnisse		
Obere Forellenregion	0,18	0,5	225
Untere Forellenregion	0,16	0,5	200
Äschenregion	0,15	0,5	180
Barbenregion	0,12	0,5	135
Brachsenregion	0,10	0,5	115
Kaulbarsch-Flunderregion	0,09	0,5	90

### 3) Beckenabmessungen und Einbauten

#### 2.1 Beckenabmessung



Lichte Beckenlänge

$$L_{LB} > 6 \cdot h_u = (6 \cdot 0,5) =$$

3,94 m

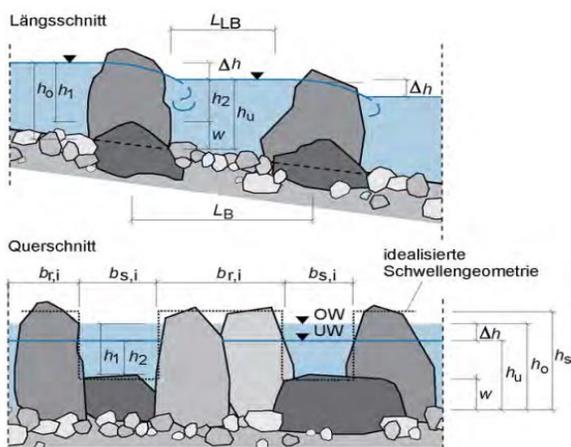
/S<sub>g</sub>=

4,92 m

Versatzmaß der Öffnungen

$$Y_s > 2b_s =$$

0,83 m



Mindestwasserstand im Becken

$$h_{U,EFF} = h_{U,bem} =$$

0,66 m

ist größer als Wassertiefe in den Engstellen von

$$h_{D,min} = h_{2,bem} =$$

0,53 m

Das geringe Wasserangebot bei Q<sub>30</sub> lässt erwarten, dass der Wasserstand gestützt werden muss.

Auf die Anordnung einer Grundschwelle im Schlitz zur Stützung des Wasserstands wird allerdings zunächst verzichtet, um auch die maximale Höhendifferenz zwischen den Becken einzuhalten.

Die NW-Schwelle soll daher

0 m

über Beckensohle liegen.

W<sub>bem</sub> = 0 m

Daraus ergeben sich die nachfolgenden Wassertiefen im Wanderkorridor bei Q<sub>30</sub>:

Überfallhöhe in Durchlassöffnung

$$h_{1,Q30} = 0,77 \text{ m}$$

Wassertiefe

$$h_{u,Q30} = 0,66 \text{ m}$$

Wassertiefe	$h_{0,Q30} =$	0,77 m
Mindesttiefe im Durchlass	$h_{D,min} = h_{2,Q30} =$	0,66 m

#### 4) Dimensionierung der Durchlassöffnung der Riegel

Für die Vordimensionierung der Riegelbreite wird der Q30 herangezogen.

$$Q = \frac{2}{3} * \mu * \sigma * f * \sum bs * \sqrt{2 * g * h1^3}$$

$$bs = \frac{Q}{\frac{2}{3} * \mu * \sigma * f * \sqrt{2 * g * h1^3}}$$

Überfallbeiwerte:

$\mu =$	0,65	scharfkantige Steine
$\mu =$	0,7	abgerundete Steine
$\mu =$	0,55	durchgehende Sohle ohne NW-Schwelle

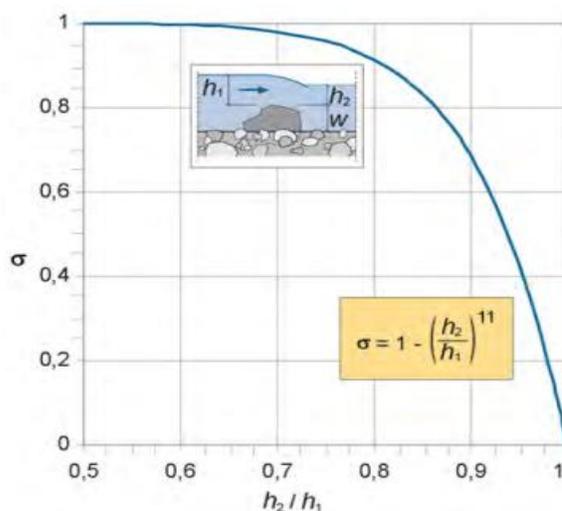
Faktor Lückenabfluss:

$f =$	1,05-1,1	bei Steinen mit geraden Bruchflächen
$f =$	1,1-1,15	bei runden Steinen oder
		unregelmäßigen Bruchkanten

Rückstaubeiwert gem. Bild rechts:

Gewählt:

$\mu =$	0,7
$f =$	1,1
$h_2, h_1 =$	0,86
$\sigma =$	0,818



Minimal erforderliche Schlitzbreite:

$$b_s = 0,40 \text{ m}$$

Die Durchlassöffnung sind abwechselnd links und rechts anzuordnen, um eine vollständige Energiedissipation in den Becken zu erreichen und Kurzschlussströmungen zu vermeiden.

Das Versatzmaß beträgt mindestens  $y_s > 2b_s = 0,80 \text{ m}$

#### 5) Dimensionierung der Gesamtriegelbreite

Das geplante Raugerinne mit Beckenstruktur muss die Durchgängigkeit für die Fließzustände bei einem  $Q_{30}$  bis zu einem  $Q_{330}$  sicherstellen. Hierzu sind insbesondere die Riegelabmessungen und -abstände sowie die jeweiligen Dissipationsraten in den Becken entsprechend zu dimensionieren.

Die Planung beruht auf den Ansätzen, dass der Niedrigwasserabfluss MNQ bzw.  $Q_{30}$  über die Riegelöffnung abgeleitet wird. Bei größeren Abflüssen werden die Riegel der Becken bereits breitflächig überströmt.

$Q_{30} =$	0,5 m <sup>3</sup> /s
$Q_{330} =$	1,5 m <sup>3</sup> /s

Die Riegel werden so konzipiert, dass sie bei  $Q_{30}$  0,02 m herauschauen und ca. 0,3 m in die Sohle einbinden.

Es wird davon ausgegangen, dass die Zuflusssteuerung der FAA so erfolgt, dass der Q330-Abfluss anteilig die FAA passiert. --> Abflussaufteilung

Abflussaufteilung  $Q_{330}$  über den Gesamtfließquerschnitt: 0,67

$$Q_{330} = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1,000$$
 m<sup>3</sup>/s

Der Wasserstand ist bei Q330 um 0,20 m höher .

Die Überströmungen der Riegel beträgt demnach:  $H_R = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,18$  m

Daraus ergeben sich folgende Überfallhöhen:

$$h_{1,Q330} = h1, Q0 + 0,28 = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,97$$
 m  

$$h_{2,Q330} = h1, Q330 - \Delta h = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,86$$
 m

Ermittlung des zugehörigen Rückstauwertes:

$$\sigma = 1 - \frac{h_2^{1,1}}{h_1} = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,74$$

Resultierender Abfluss in der Durchlassöffnung bei  $Q_{330}$ :

$$Q_{D,330} = \frac{2}{3} \mu * \sigma * f * bs, bem * \sqrt{2g} * h1, Q330 = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,64$$
 m<sup>3</sup>/s

Die Riegelhöhe über Sohle beträgt:

$$h_s = h1, Q30 + w + 0,02m = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,79$$
 m

Berechnung des Überströmungsabflusses über den Riegeln:

$$Q_{Riegel} = Q330, Teil - QD, 330 = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,36$$
 m<sup>3</sup>/s

resultierende erforderliche Riegelbreite:

$$b_R = \frac{QRiegel}{\frac{2}{3} \mu * f * \sqrt{2g} * hR^{\frac{2}{3}}} = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2,09$$
 m

Die Gesamtbreite des Riegels ergibt sich somit zu:

$$b_{Ges} = bs + bR = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2,49$$
 m » gewählt= 2,50 m

$$\text{Böschungsnegung } 1:m= 1: \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,00$$

$$\text{Sohlbreite des Trapezgerinnes } b_{so} = b_{Ges} - 2m * h_s = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2,50$$
 m

### 6) maximale Fließgeschwindigkeit unterhalb der Steinriegel

$$v_{max} = \sqrt{2g * \Delta h_{bem}} = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1,47$$
 m/s <  $v_{max} = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1,70$  m/s

### Ermittlung der Leistungsdichte

Für  $Q_{30}$ :

$$h_{U,Q30} = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,66$$
 m  

$$h_{O,Q30} = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,77$$
 m  

$$h_{m,Q30} = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,71$$
 m

$Q_{330}$ :

$$h_{U,Q330} = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,86$$
 m  

$$h_{O,Q330} = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,97$$
 m  

$$h_{U,Q330} = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,91$$
 m

Erforderliche lichte Beckenlänge:

$$L_{LB} = \frac{qw * g * \Delta h * Q}{PD, bem * (bso * h * m * h^2)}$$

$$L_{LB,Q30} = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1,94$$
 m

$$L_{LB,Q330} = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1,04$$
 m

--> Maßgebend

Bei einer Dicke der Riegel von ca. 0,50 m ergibt sich ein Systemabstand von:

$$L_B = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1,54$$
 m gewählt:  $L_B = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3,50$  m

Das Gefälle des Raugerinnes ergibt sich damit zu

$$i = \frac{\Delta h_{bem}}{L_B} = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,031$$
 = 3,1 % bzw. 1: 32

Resultierende Rampenlänge:

$$\text{mit Riegelanzahl } n = \frac{h_{Gesamt}}{\Delta h_{bem}} = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">25$$
  

$$L = (n - 1) * L_B = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">84,00$$
 m

### Nachweis der Stabilität des Sohlmaterials

Nachweis nach dem Stabilitätskriteriums von PALT (2001):

$$q_{krit} = 0,093 * \sqrt{g} * \sqrt{\frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w}} * g * d_{65}^3 * I^{-1,25}$$

$$d_{65} = \left[ \frac{q_{krit} * I^{1,25}}{0,093 * \sqrt{\frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w}} * g} \right]^{\frac{2}{3}} = 0,22 \text{ m}$$

mit	$\rho_s =$	2650	kg/m <sup>3</sup>
	$\rho_w =$	1000	kg/m <sup>3</sup>
	$q_{krit} =$	2,90	m <sup>3</sup> /sm

### 7) Bemessung für höhere Abflüsse

Ermittlung  $q_{krit}$ :

Gem. Rolf Jürgen Gebler "Fischwege und Sohlgleiten" folgt

"Bei höheren Abflüssen wird im Gegensatz zu kleinen und mittleren Abflüssen nicht der gesamte Abfluss in die Becken eingetragen, vielmehr findet eine Überströmung der Beckenstruktur statt. Der Abfluss erfolgt nicht mehr als Tauchstrahl, sondern als gewellter Oberflächenstrahl. In der Tiefe der Becken liegen somit wesentlich geringere Fließgeschwindigkeiten vor als an der Oberfläche, die den Fischen einen Aufstieg und auch ein ausruhen ermöglichen. Bei ausreichenden Wassertiefen der Becken bieten Sohlgleiten vielmehr Rückzugs- und Schutzbereiche bei hohen Abflüssen [...]. Vereinfachend kann der Übergang vom Tauchstrahl in den gewellten Oberflächenstrahl angenommen werden bei  $q_{\text{Übergang}} = (8 * g * Dh^3)^{1/2}$

$$q_{\text{Übergang}} = \sqrt{8 * g * \Delta h^3} = 0,32 \text{ m}^3/\text{ms}$$

Daraus ergibt sich eine Grenztiefe von  $y_{gr} = 0,25 \text{ m}$  und bei einer Beckentiefe bei Überströmung der ca.  $0,68 \text{ m}$  hohen Riegelsteine eine Anschlusstiefe im Schlitz von ca.  $0,93 \text{ m}$  über Rückrechnung der Schlitzbemessung wird ein Abfluss "durch den Schlitz" (Annahme des reinen Abflusses über den Schlitz) von ca.  $1,16 \text{ m}^3/\text{s}$  benötigt, um diese Abflusshöhe über den  $0,40 \text{ m}$  breiten Schlitz zu erzeugen.

$$\text{nach } Q = \frac{2}{3} * \mu * \sigma * f * bs * \sqrt{2 * g * h_1^3} = 1,16 \text{ m}^3/\text{s}$$

mit	$\mu =$	1,00
	$\sigma =$	1,00
	$f =$	1,1
	$bs =$	0,40 m
	$h_1 =$	0,93 m

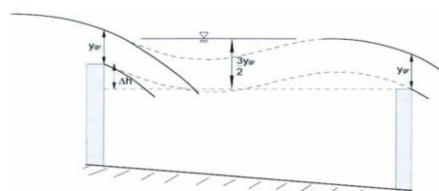


Abbildung 9.3.14: Übergang - Tauchstrahl in Oberflächenstrahl

Daraus folgt  $q_{krit} = Q * \frac{1}{bs} = 2,90 \text{ m}^3/\text{s} * \text{m}$

Gem. DWA-M 509 gilt für den mittleren Steindurchmessers des Material der Beckenfüllung

$$q_{zul} = s * 0,263 * \sqrt{g} * \sqrt{\frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w}} * dm^3_{becken} * I^{-1,25}$$

mit  $s = 0,7$  für kantiges Material

und somit:

$$d_{m,becken} = \left( \frac{q_{krit} * I^{1,25}}{0,263 * 0,7 * \sqrt{\frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w}} * g} \right)^{\frac{2}{3}} = 0,14 \text{ m}$$

$\Delta h$	$q$	$y_{gr}$	$3/2 y_{gr}$
[m]	[m <sup>3</sup> /ms]	[m]	[m]
0.10	0.28	0.20	0.30
0.15	0.51	0.30	0.45
0.20	0.79	0.40	0.60
0.25	1.10	0.50	0.75





**Lebendige Luppe  
Attraktive Auenlandschaft  
als Leipziger Lebensader**

**Vorplanung  
Rev. 02**

- Projekt: 23-G-179
- Datum: 24.01.2025

	<p style="text-align: center;">Fröhner Ingenieur GmbH  Hermann-Ilgen-Straße 38, 01445 Radebeul  E-Mail: <a href="mailto:info@baugrubenmanager.com">info@baugrubenmanager.com</a>, Tel.: +49 351 897 33 984</p>	24.01.2025	2 / 21
		23-G-179	
	<p>Bauvorhaben:  Lebendige Luppe- Attraktive Auenlandschaft  als Leipziger Lebensader</p>	Vorplanung der Tragwerke	

Bauvorhaben:	<p>Lebendige Luppe  Attraktive Auenlandschaft als Leipziger Lebensader</p>
Bauherr:	<p>Stadt Leipzig, der Oberbürgermeister  Amt für Stadtgrün und Gewässer</p>
Bauort:	<p>Leipzig  südlich der Neuen Luppe vom Elsterbecken/Kleine Luppe bis zur  Luppe an der BAB 9</p>
Bauausführung:	<p>C&amp;E – Consulting und Engineering GmbH  Jagdschänkenstraße 52  09117 Chemnitz</p>
Aufsteller:	<p>Fröhner Ingenieur GmbH  Hermann-Ilgen-Straße 38  01445 Radebeul</p> <p>Telefon: +49 351 897 33 984  E-Mail: <a href="mailto:info@baugrubenmanager.com">info@baugrubenmanager.com</a></p>

BAUTEILE:	Fischaufstiegsanlage, Überfahrtbereich, Verschlussbereich	ARCHIVNR / Rev.
VORGANG:	Tragwerke / Vorplanung	23-G-179 / 01

	<b>Fröhner Ingenieur GmbH</b> Hermann-Ilgen-Straße 38, 01445 Radebeul E-Mail: <a href="mailto:info@baugrubenmanager.com">info@baugrubenmanager.com</a> , Tel.: +49 351 897 33 984	24.01.2025	3 / 21
		23-G-179	
	Bauvorhaben: Lebendige Luppe- Attraktive Auenlandschaft als Leipziger Lebensader	Vorplanung der Tragwerke	

ERSTE SEITE

Aufsteller:  Dipl.-Ing. Thomas Fröhner    Radebeul, den 24.01.2025	Bautechnische Prüfung:
---	------------------------

Rev.	Datum	Aufsteller	Unterschrift	Änderungen
01	16.12.2024	Fröhner		Einarbeitung Erkenntnisse aus dem Baugrundgutachten
02	24.01.2025	Fröhner		Umformulierung einer Textpassage

Diese Unterlage umfasst mit Deckblatt Seiten 1 bis 21 und Anlagen.

BAUTEILE:	Fischaufstiegsanlage, Überfahrtbereich, Verschlussbereich	ARCHIVNR / Rev.
VORGANG:	Tragwerke / Vorplanung	23-G-179 / 01

	<b>Fröhner Ingenieur GmbH</b> Hermann-Ilgen-Straße 38, 01445 Radebeul E-Mail: <a href="mailto:info@baugrubenmanager.com">info@baugrubenmanager.com</a> , Tel.: +49 351 897 33 984	24.01.2025	4 / 21
		23-G-179	
	Bauvorhaben: Lebendige Luppe- Attraktive Auenlandschaft als Leipziger Lebensader	Vorplanung der Tragwerke	

## INHALTSVERZEICHNIS

VERWENDETE UNTERLAGEN, SOFTWARE, LITERATUR .....	4
ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....	4
ANLAGEN.....	4
1. Vorbemerkungen .....	5
2. Örtliche Verhältnisse, Baugrund- und Grundwasser .....	8
3. Konstruktive Lösung, Statische Systeme, .....	13
4. Weitere Planungsschritte .....	20

## VERWENDETE UNTERLAGEN

### Unterlagen

- /U 1/ Leistungsbeschreibung, Stadt Leipzig, 16.11.2023.
- /U 2/ Ergebnisbericht Baugrunderkundung,  
GGL Geophysik und Geotechnik Leipzig GmbH, Leipzig, 29.02.2024

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1 Übersichtskarte mit Lage des Projektgebietes [Quelle: virtuelles Kartenforum] .....	5
Abb. 2 Fotoübersicht, Ortstermin am 08.12.2023 .....	6
Abb. 3 Planerische Darstellung der Prinziplösung in einem Luftbild.....	7
Abb. 4 Auszüge aus Kartenwerken [Quelle: Geoatlas Sachsen, virtuelles Kartenforum].....	8
Abb. 5 Tragwerksskizze FAA im Querschnitt.....	15
Abb. 6 Tragwerksskizze Verschlussbereich .....	17
Abb. 6 Tragwerksskizze Brückenbereich .....	19

## ANLAGEN

- /A 1/ Fotodokumentation vom 08.12.2023
- /A 2/ Protokoll zum Ortstermin vom 08.12.2023

BAUTEILE:	Fischaufstiegsanlage, Überfahrtbereich, Verschlussbereich	ARCHIVNR / Rev.
VORGANG:	Tragwerke / Vorplanung	23-G-179 / 01

	<b>Fröhner Ingenieur GmbH</b> Hermann-Ilgen-Straße 38, 01445 Radebeul E-Mail: <a href="mailto:info@baugrubenmanager.com">info@baugrubenmanager.com</a> , Tel.: +49 351 897 33 984	24.01.2025	5 / 21
		23-G-179	
Bauvorhaben: Lebendige Luppe- Attraktive Auenlandschaft als Leipziger Lebensader		Vorplanung der Tragwerke	

## 1. Vorbemerkungen

Innerhalb der Stadt Leipzig ist eine Aufwertung der wasserwirtschaftlichen Strukturen auch durch Schaffung von durchgängigen Fischwanderungskorridoren vorgesehen. Dafür wird auch am Nahlewehr die Errichtung einer Fischaufstiegsanlage betrieben.

Die C&E Consulting und Engineering GmbH aus Chemnitz beauftragte die Fröhner Ingenieur GmbH, Ingenieurbüro für Erd- und Grundbau, mit einer Zuarbeit zur Vorplanung aus der Sicht der Tragwerksplanung und geotechnischer Fachsicht.

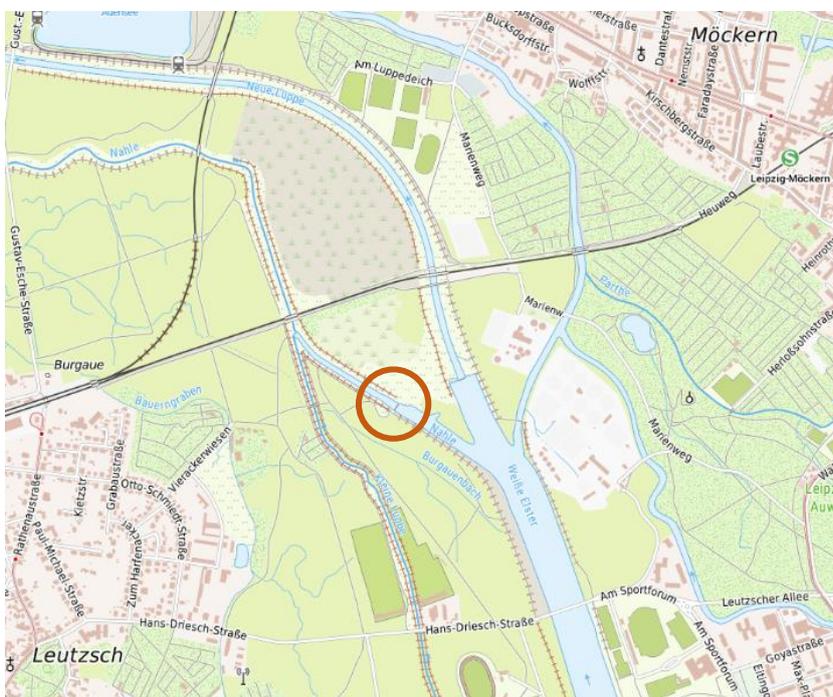


Abb. 1 Übersichtskarte mit Lage des Projektgebietes  
[Quelle: virtuelles Kartenforum]

Ziel der hier vorliegenden Unterlage ist es, eine bauliche Lösung vorzustellen, die nach grund- und wasserbautechnischen Prinzipien umsetzbar ist. Dabei sollen die Tragwerke beschrieben, skizziert und die grundlegende Bautechnologie beschrieben werden. Anhand der Ideenskizzen dieser Vorplanung zu den Tragwerken kann dann die grundsätzliche Machbarkeit der Baumaßnahme und die Herstellbarkeit der avisierten Bauwerke beurteilt werden.

Zunächst werden Randbedingungen und Erkenntnisse aus Recherchen in Datenbanken und Kartenwerken dargestellt. Es werden dann die Bauwerke Fischaufstiegsanlage, Bauwerk für Verschlussorgane und die Brücke am Wehr beschrieben. Es werden die maßgeblichen Einwirkungen definiert und die bauliche Lösung spezifiziert. Davon ausgehend können bereits einige Baustoffe und deren maßgebende Abmessungen festgelegt

BAUTEILE:	Fischaufstiegsanlage, Überfahrtbereich, Verschlussbereich	ARCHIVNR / Rev.
VORGANG:	Tragwerke / Vorplanung	23-G-179 / 01

	<b>Fröhner Ingenieur GmbH</b> Hermann-Ilgen-Straße 38, 01445 Radebeul E-Mail: <a href="mailto:info@baugrubenmanager.com">info@baugrubenmanager.com</a> , Tel.: +49 351 897 33 984	24.01.2025	6 / 21
		23-G-179	
Bauvorhaben:	Lebendige Luppe- Attraktive Auenlandschaft als Leipziger Lebensader	Vorplanung der Tragwerke	

werden. Auch Hinweise für die weiteren Planungsschritte werden abgeleitet und möglicherweise bereits erkennbare wesentliche Rahmenbedingungen für die Bauausführung benannt.

Am 08.12.2023 wurde das Baufeld durch die Bearbeiter begangen. Dabei konnten in der Örtlichkeit bereits erste wesentliche Randbedingungen für das Bauvorhaben und die Begrenzung der baulichen Lösungen erkannt werden.



Blick auf das Nahlewehr von Südwesten



Blick nach Norden, Wirtschaftsweg am rechten Ufer der Nahle zur Furt



Furt durch die Nahle unterstrom der Wehranlage



Verhältnisse am Anschluss der FAA oberstrom an das Oberwasser des Nahlewehrs

Abb. 2 Fotoübersicht, Ortstermin am 08.12.2023

Die Anlage selbst ist in einem Luftbild mit ihren grundsätzlich anzunehmenden Teilbauwerken dargestellt. Die Furt soll erhalten bleiben, spielt aber für den Tragwerksentwurf keine Rolle. Auch Dämme und Zuwegung am linken Nahleufer unterstrom des Bauwerkes

BAUTEILE:	Fischaufstiegsanlage, Überfahrtbereich, Verschlussbereich	ARCHIVNR / Rev.
VORGANG:	Tragwerke / Vorplanung	23-G-179 / 01

	<b>Fröhner Ingenieur GmbH</b> Hermann-Ilgen-Straße 38, 01445 Radebeul E-Mail: <a href="mailto:info@baugrubenmanager.com">info@baugrubenmanager.com</a> , Tel.: +49 351 897 33 984	24.01.2025   7 / 21 23-G-179
	Bauvorhaben: Lebendige Luppe- Attraktive Auenlandschaft als Leipziger Lebensader	Vorplanung der Tragwerke

werden hier nicht behandelt. Sie sind aber natürlich planerisch und kostenseitig zu bedenken.

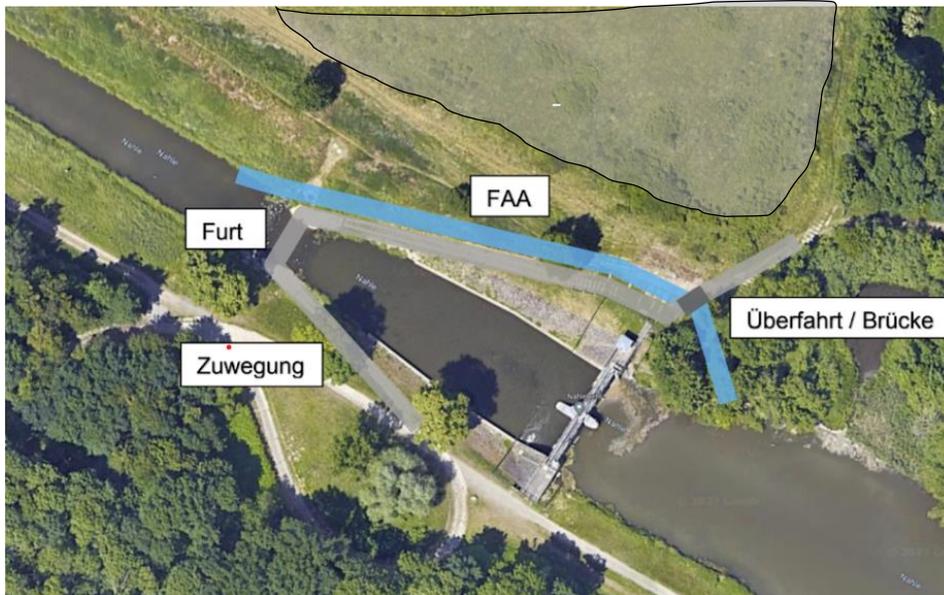


Abb. 3 Planerische Darstellung der Prinziplösung in einem Luftbild

Die auf dem Bild grau angelegte Fläche stellt eine Altablagerung dar, für die in der Örtlichkeit eine Beschilderung mit einem Hinweis auf Lebensgefahr bei Betreten der Fläche gegeben ist. Hier ist eine eindeutige Abgrenzung und zugehörig eine Aussage im geotechnischen Bericht zur Baugrundhauptuntersuchung erforderlich. Eventuell ist auch die Beeinflussungstiefe und die Kennwertersituation aufzuklären.

Maßgebende Höhen und Längen sind:

- Anschluss oberstrom bei Wasserspiegel: +104,12 mNHN
- Gewässersohle oberstrom erwartet bei: +102,00 mNHN
- Anschluss unterstrom bei Wasserspiegel: +101,50 mNHN
- Gewässersohle unterstrom erwartet bei: +100,50 mNHN
- Zufahrtebene vom Luppewehr: +107,00 mNHN
- Länge Anschluss unterstrom Wehr: ca. 85 m
- Länge Anschluss oberstrom Wehr: ca. 25 m

Die Höhen für bauzeitliche Wasserstände, Niedrigwasser, Mittelwasser und Bemessungshochwasser sind für die nachfolgenden Planungsphasen festzulegen.

BAUTEILE:	Fischaufstiegsanlage, Überfahrtbereich, Verschlussbereich	ARCHIVNR / Rev.
VORGANG:	Tragwerke / Vorplanung	23-G-179 / 01

	Fröhner Ingenieur GmbH Hermann-Ilgen-Straße 38, 01445 Radebeul E-Mail: <a href="mailto:info@baugrubenmanager.com">info@baugrubenmanager.com</a> , Tel.: +49 351 897 33 984	24.01.2025	8 / 21
	Bauvorhaben: Lebendige Luppe- Attraktive Auenlandschaft als Leipziger Lebensader	23-G-179	
		Vorplanung der Tragwerke	

## 2. Örtliche Verhältnisse, Baugrund- und Grundwasser

Das Bauvorhaben liegt am unterstromigen Ende des Elsterbeckens. Zusätzlich sind Burgauenbach, Bauerngraben, kleine Luppe und Nahle zu beachten. Der Bereich wurde im ausgehenden 19. und mit Anfang des 20. Jahrhunderts wasserwirtschaftlich umgestaltet. Dabei wurde auch der Lauf der Nahle begradigt und diese vom Elsterbecken kommend auf die kleine Luppe aufgebunden.

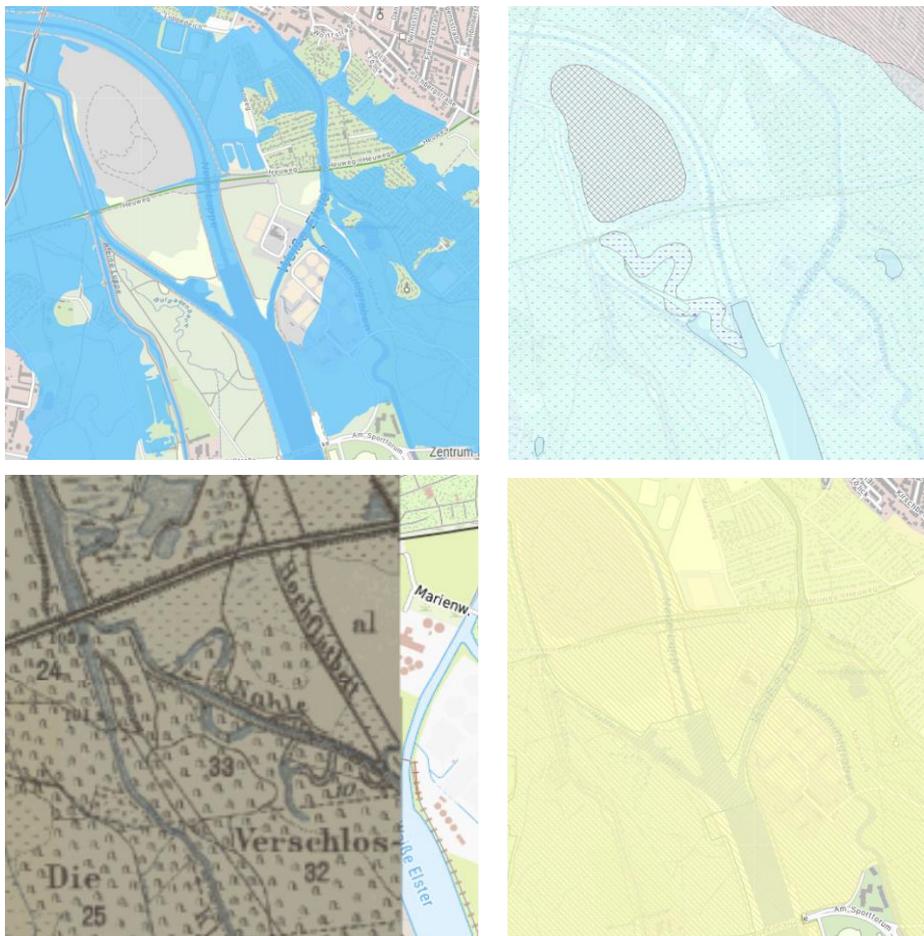


Abb. 4 Auszüge aus Kartenwerken  
 [Quelle: Geoatlas Sachsen, virtuelles Kartenforum]

Das Bauvorhaben liegt in einem ausgewiesenen Überschwemmungsgebiet. Gleichermäßen ist die Fläche mit den Ausweisungen als Europäisches Vogelschutzgebiet, Flora-Fauna-Habitat-Gebiet und Landschaftsschutzgebiet belegt. Es gibt also eine Vielzahl von Restriktionen und Auflagen zur Beachtung bei der Planung der Baumaßnahme.

BAUTEILE:	Fischaufstiegsanlage, Überfahrtbereich, Verschlussbereich	ARCHIVNR / Rev.
VORGANG:	Tragwerke / Vorplanung	23-G-179 / 01

	<b>Fröhner Ingenieur GmbH</b> Hermann-Ilgen-Straße 38, 01445 Radebeul E-Mail: <a href="mailto:info@baugrubenmanager.com">info@baugrubenmanager.com</a> , Tel.: +49 351 897 33 984	24.01.2025	9 / 21
		23-G-179	
Bauvorhaben:	Lebendige Luppe- Attraktive Auenlandschaft als Leipziger Lebensader	Vorplanung der Tragwerke	

Es liegt ein Baugrundgutachten /U 2/ vor. Dieses baut auf der Baugrundhauptuntersuchung für die Gewerke Bauwerke und Strecke an der lebendigen Luppe auf. Für den konkreten Standort im Bereich des Nahleufers, in Richtung einer Fischaufstiegsanlage, wurde der Untersuchungsumfang entsprechend erweitert. In Rücksprache mit dem Planer (C&E Consulting & Engineering GmbH) wurde hier die Erstellung einer Baugrundvoruntersuchung beauftragt. Gleichmaßen muss diese vorliegende Baugrunduntersuchung später auf Basis des ausgeführten Entwurfs der Bauwerke ergänzt werden.

Im Rahmen der Baugrunduntersuchung wurden direkte und indirekte Baugrundaufschlüsse niedergebracht. Dabei kamen Rammkernsondierungen (RKS) und schwere Rammsondierungen (DPH) bis in eine Tiefe von -7,00 m unter Geländeoberkante zum Einsatz. Aus dem Bohrgut wurden Proben für bodenmechanische Laborversuche entnommen. Zusätzlich wurden Laborversuche für die chemische Analyse der anstehenden Böden durchgeführt, auch zur Bewertung nach Ersatzbaustoffverordnung (EBV) hinsichtlich der Entsorgung (LAGA, DepV).

Die Schichtenfolge wurde vom Hangenden zum Liegenden wie folgt bestimmt: Auelehm über Sanden und Kiesen, über Sanden und Kiesen der Weichselkaltzeit, oberhalb von Tonen des Miozäns bzw. Oligozäns. Die Lage des Grundwasseranschnittes wird bei +102,00 m NHN angegeben.

Ansatzhöhe: +103,30 m NHN

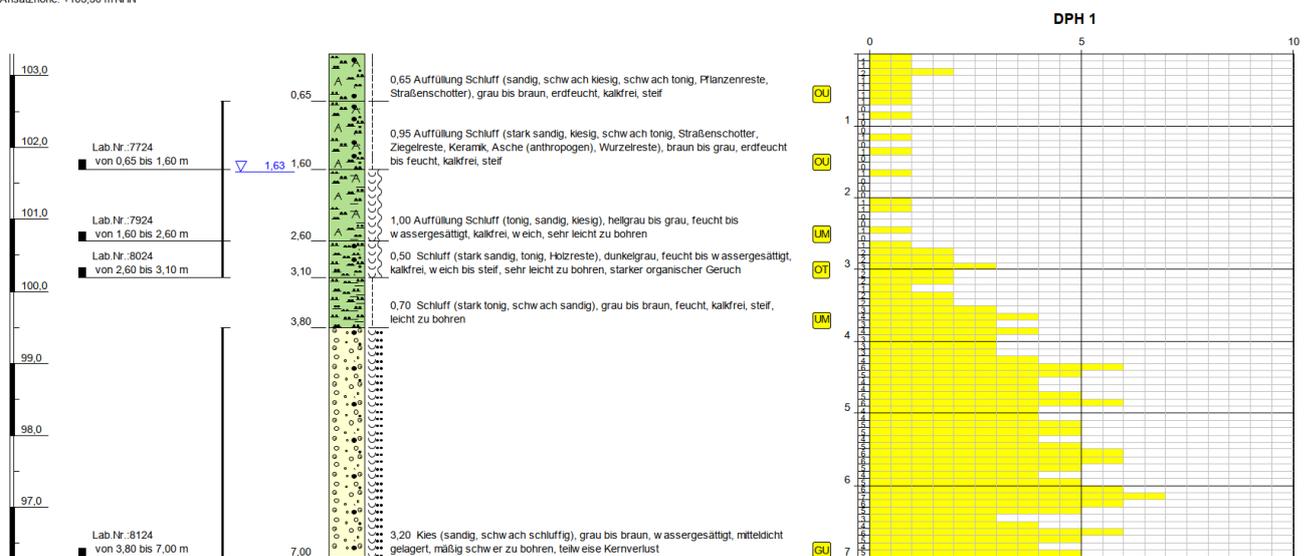


Abb. 5 Baugrundprofil RKS-DPH 1/23

Zu beachten ist weiterhin, dass der Untersuchungsbereich in der Erdbebenzone 0 liegt und der Untergrundklasse T zugeordnet wird. Insofern ist die Norm DIN EN 1998 zu berücksichtigen.

Für den hier vorliegenden Bericht sind die chemischen Analysen von geringer Relevanz. Das beprobte Grundwasser wurde nach DIN 4030 als nicht betonangreifend eingestuft.

BAUTEILE:	Fischaufstiegsanlage, Überfahrtbereich, Verschlussbereich	ARCHIVNR / Rev.
VORGANG:	Tragwerke / Vorplanung	23-G-179 / 01

	<b>Fröhner Ingenieur GmbH</b> Hermann-Ilgen-Straße 38, 01445 Radebeul E-Mail: <a href="mailto:info@baugrubenmanager.com">info@baugrubenmanager.com</a> , Tel.: +49 351 897 33 984	24.01.2025	10 / 21
		23-G-179	
	Bauvorhaben: Lebendige Luppe- Attraktive Auenlandschaft als Leipziger Lebensader	Vorplanung der Tragwerke	

Bezüglich der Stahlaggressivität bestehen eher günstige Verhältnisse. Die Wahrscheinlichkeit von Mulden- und/oder Lochkorrosion wurde als sehr gering eingestuft.

In einer Voruntersuchung für die Tragwerksplanung wurde festgestellt, dass die Erkundungstiefen bis zu +93 m NHN darzustellen sind. Die im Baugrundgutachten angegebenen Zusammenfassungen zur Handbarkeit und zur Lagerungsdichte beziehen sich eher nur auf den oberen Baugrundbereich. Hier sind die Aussagen später im Planungsfortgang zu verdichten.

Für die wesentlichen Schichten wurden geotechnische Berechnungswerte abgeleitet. Diese wurden mit einer Schwankungsbreite angegeben, und zusätzlich charakteristische Werte wurden ausgewiesen. Für die Ausschreibung von Erdarbeiten, Bohrarbeiten, Rammarbeiten, Rüttel- und Pressarbeiten wurden Homogenbereiche nach VOB/C festgelegt und die zugehörigen Kenndaten gelistet. In diesem Abschnitt erfolgt auch die Einstufung der Baumaßnahme in die geotechnische Kategorie GK2.

Es wurden Hinweise zur Bauausführung und Gründung gegeben. Die Auelehm-Schichten und Auffüllungen neigen zu mittleren bis starken Setzungen. Im Böschungsbereich wird das Einbringen von Spundwänden empfohlen. In den locker bis mitteldicht gelagerten Bereichen bis maximal 7,0 m unter Geländeoberkante ist ein Einbringen von Spundwänden ohne Einbringhilfen oder Sondermaßnahmen möglich. Für den tiefergehenden Bereich sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich. Hier werden Einbringhilfen und Austauschbohrungen benannt, um einen rammfähigen Baugrund herzustellen.

Für den Bereich des Wegebauwerkes werden ebenfalls Vorgaben abgeleitet. Diese sind auch für die Errichtung der Bauwerke wesentlich, da hier Baustraßen und Standflächen für Großgeräte in großem Umfang herzustellen sind. Es wird auf die Bodenverbesserung durch Einbringen von hydraulischen Bindemitteln hingewiesen. Diese sollen die oberen Bodenschichten stabilisieren. Ebenso ist der Einsatz von Geoverbundstoffen, zusätzlicher Bodenaustausch sowie das Aufbringen von Trag- und Verschleißschichten vorgesehen.

Die mit dem Erdaushub anfallenden Böden sollen im Rahmen der Baumaßnahme wiederverwendet werden. Dazu sind gegebenenfalls Maßnahmen zur Bodenverbesserung vorzusehen. Ein entsprechendes Bodenmanagement ist bei der Baumaßnahme erforderlich.

Im Baugrundgutachten werden auch Hinweise zu Grundwasser und Wasserhaltung gegeben.

Hinweise zur Fischaufstiegsanlage:

- Die Ein- und Ausstiegsbauwerke der Fischaufstiegsanlage können im anstehenden Baugrund nicht einfach gegründet werden. Die Bereiche der Aushubsohle sind nach planerischer Bemessung auszutauschen bzw. zu stabilisieren.
- Der anstehende grob- bis gemischtkörnige Auffüllungsbereich ist nicht für den Wiedereinbau geeignet.

BAUTEILE:	Fischaufstiegsanlage, Überfahrtbereich, Verschlussbereich	ARCHIVNR / Rev.
VORGANG:	Tragwerke / Vorplanung	23-G-179 / 01

	<b>Fröhner Ingenieur GmbH</b> Hermann-Ilgen-Straße 38, 01445 Radebeul E-Mail: <a href="mailto:info@baugrubenmanager.com">info@baugrubenmanager.com</a> , Tel.: +49 351 897 33 984	24.01.2025	11 / 21
		23-G-179	
	Bauvorhaben: Lebendige Luppe- Attraktive Auenlandschaft als Leipziger Lebensader	Vorplanung der Tragwerke	

- Die natürlichen Auelehme sind ohne gesonderte Maßnahmen nicht wiederverwendbar.
- Böschungen im Bereich der Fischaufstiegsanlage sind mit einer Neigung von mindestens 1:1,5 auszuführen. Wenn eine Durchströmung der Böschung nicht auszu-schließen ist, sollte die Böschung mit einer flacheren Neigung von 1:3 gewählt werden.
- Der Wanderkorridor sollte beidseitig mit Spundwänden begrenzt werden. Möglich ist auch die Errichtung eines Verbaus (Spundwand wird vom Planer als bevorzugte Lösung verfolgt).
- Die Spundwände sind ausreichend tief in die Auffüllungen, Auelehme bzw. den Fluss-sand oder Flussschotter einzubinden. Bei der Wahl des Spundwandsystems und der Einbringtechnologie sind mögliche Rammschwierigkeiten zu beachten. Der Bereich der Spundwandsohle wurde nicht ausreichend tief erkundet.
- Die Schlösser der Spundwände sind wasserdicht auszubilden.
- Für freistehende Spundwände bis zu einer Höhe von 2,50 m wird eine im Baugrund eingespannte Konstruktion empfohlen. Für größere Höhen sollte auf eine im oberen Bereich abgestützte bzw. verankerte und im Baugrund aufgelagerte oder teils einge-spannte Konstruktion zurückgegriffen werden.
- Zur besseren Kontrolle der voraussichtlich stark zulaufenden Wassermengen sowie zur besseren Überwindung des vorhandenen Gelände-profils zwischen Ober- und Unterlauf ist ein etappenweiser Bau entlang der FAA anzustreben.
- Mögliche Flächengründungen haben in jedem Fall frostfrei zu erfolgen. Es wird eine frostfreie Einbindetiefe von 0,80 m angegeben.

#### Hinweise zum Brückenbauwerk

- Um die Erreichbarkeit des nördlichen Bereiches des Nahleufers zu gewährleisten, soll eine Brücke den Fischpass überqueren. Es wird empfohlen, das Bauwerk (Widerlager) auf gut tragfähigem, setzungsunempfindlichem Kies oder Sand der Schicht 4 zu gründen. Ein entsprechend großer Bodenaustausch mit gut tragfähigem, verdich-tungsfähigem Material wäre nötig. Alternativ sollte eine Tiefgründung mittels Bohr-pfählen in Betracht gezogen werden.
- Aufgrund der Gewässernähe wird ein geschlossener Spundwandkasten empfohlen. Ein Liegestau ist aus den Aufschlüssen nicht ersichtlich. Die Lage der Gründung ist zum aktuellen Zeitpunkt nicht bekannt. Daher sind zunächst geschlossene Wasser-haltungen oder eine druckwasserdichte Unterwasserbetonsohle in Verbindung mit einer offenen Restwasserhaltung einzuplanen.
- Die angetroffenen Grundwasserhorizonte sind leicht gespannt. Entsprechend sollte die Auftriebssicherheit der geplanten Baugrubensohle sicher nachgewiesen werden.

BAUTEILE:	Fischaufstiegsanlage, Überfahrtbereich, Verschlussbereich	ARCHIVNR / Rev.
VORGANG:	Tragwerke / Vorplanung	23-G-179 / 01

	<p style="text-align: center;">Fröhner Ingenieur GmbH  Hermann-Ilgen-Straße 38, 01445 Radebeul  E-Mail: <a href="mailto:info@baugrubenmanager.com">info@baugrubenmanager.com</a>, Tel.: +49 351 897 33 984</p>	24.01.2025	12 / 21
		23-G-179	
	<p>Bauvorhaben:  Lebendige Luppe- Attraktive Auenlandschaft  als Leipziger Lebensader</p>	Vorplanung der Tragwerke	

Weitere Hinweise

- Im Oberboden werden verschiedene Vorsorgewerte nach Bundesbodenschutzverordnung überschritten.
- Bei Betrieb einer Wasserhaltung können zusätzlich wassergefährdende Stoffe aus oberflächennahen Altlasten beigezogen oder verfrachtet werden.
- Die im Bereich der geplanten Fischaufstiegsanlage auszuführenden Arbeiten ziehen aus baugrundgutachterlicher Sicht keine standortsicherheitsrelevanten Beeinträchtigungen der nordwestlich gelegenen ehemaligen Deponie nach sich.

Für die Baumaßnahme wird eine geotechnische Risikoanalyse empfohlen. Es sollte eine konkrete Vorgabe der Kalkulationsbasis für die Bauunternehmen (ähnlich dem Geotechnical Baseline Report nach FIDIC- Emerald Book) gegeben werden.

Weiterhin ist hier aus fachtechnischer Sicht das Anfertigen des Geotechnical Design Reports (Geotechnischer Entwurfsbericht) in Fortschreibung des Baugrundgutachtens und unter Einbeziehung der Tragwerksplanung zu empfehlen, weil nur durch interdisziplinäre Arbeit von Tragwerksplanern und Geotechnikern die spezielle Interaktion von Bauwerk und Boden in der Baumaßnahme beherrscht werden kann. Es ist ein bauzeitliches Messprogramm aus geotechnischer Sicht (Verformung Spundwände, Setzungen Spundwände und Brückenlagerung) aufzustellen, dass die Stabilität von Böden und Bauwerken gewährleistet, potenzielle Risiken frühzeitig erkennt und die Auswirkungen von Bauarbeiten oder natürlichen Veränderungen bewertet. Ebenso sind die Erfordernisse von Messungen für die spätere Bauwerksüberwachung zu spezifizieren (setzungsbolzen, verformungsmesspunkte).

BAUTEILE:	Fischaufstiegsanlage, Überfahrtbereich, Verschlussbereich	ARCHIVNR / Rev.
VORGANG:	Tragwerke / Vorplanung	23-G-179 / 01

	<b>Fröhner Ingenieur GmbH</b> Hermann-Ilgen-Straße 38, 01445 Radebeul E-Mail: <a href="mailto:info@baugrubenmanager.com">info@baugrubenmanager.com</a> , Tel.: +49 351 897 33 984	24.01.2025	13 / 21
		23-G-179	
	Bauvorhaben: Lebendige Luppe- Attraktive Auenlandschaft als Leipziger Lebensader	Vorplanung der Tragwerke	

### 3. Konstruktive Lösung, Statische Systeme,

#### Fischaufstiegsanlage

Die Fischaufstiegsanlage wird als Spundwandwandkasten mit ca. 5,50 m lichter Breite innen hergestellt. Die Spundwände erhalten keinen Korrosionsschutz, sondern werden auf Abrostung bemessen. Die seitlichen Begrenzungen der Spundwände werden in einem Bereich mit Bodenaustausch, der durch überlappende Bohrungen mit einem Durchmesser von 88 cm gekennzeichnet ist, entweder gerammt oder hochfrequent gerüttelt. Bei Bedarf erfolgt zudem ein Nachschlagen.

In den Spundwandkasten wird ca. 1,20 m unter Oberkante eine dauerhafte Gurtung mit Aussteifungen eingebaut. In vielen Fällen werden solche Aussteifungen zunächst nur während der Bauzeit installiert, um die Stabilität der Konstruktion während der Bauarbeiten zu gewährleisten. Nach Abschluss der Bauarbeiten kann entschieden werden, ob die Aussteifungen dauerhaft belassen werden sollen oder ob sie entfernt werden können, wenn die endgültige Struktur ausreichend stabil ist. Es ist wichtig, die langfristigen Anforderungen an die Stabilität und Sicherheit der Konstruktion zu berücksichtigen, um die richtige Entscheidung zu treffen. Eine gründliche geotechnische Analyse und die Beratung durch Fachleute sind hierbei entscheidend.

Weitergehend erfolgt der Aushub auf ein Niveau von ca. +100,00 mNHN bis +102,00 mNHN, dass somit ca. 4,00 m bis 8,00 m unter Geländeniveau liegt. Anschließend wird in den auf Niveau von ca. +104,00 mNHN wassergefüllten Spundwandkasten eine Unterwasserbetonsole eingebaut. Diese ist in der Breite als Gewölbe zu bemessen. Es kann hier eine Abstützung über Träger in den Spundwandtälern dargestellt werden, um Aushub und Dicke der UWB-Sohle zu sparen. Sie ist vorerst bei 0,80 m Stärke zu bemessen und aus Beton mindestens der Festigkeitsklasse C 25/30 herzustellen.

Auf dem Unterwasserbeton kann nach dem Lenzen der Baugrube und dem Aufbau der Restwasserhaltung das ökologisch erforderliche Gewässerbett als Riegel- oder Beckenrampe aufgebaut werden.

Die Öffnung des Spundwandkastens Ober- und Unterstrom zum Anschluss an das Gewässer wird durch einen Brennschnitt mit Tauchereinsatz erfolgen. Dabei werden die orthogonal zur Achse laufenden Spundwände bis zu den seitlichen Anschlussschlössern ca. 10 cm über der Unterwasserbetonsole abgebrannt. Damit ist dann die Durchgängigkeit hergestellt.

#### Baustoffe:

- Spundwände aus Stahl S240 GP oder S 355 GP,
- Profilform VL, PU- oder AZ-Profile mit Schlössern und Eckprofilen,
- Gurtung und Steifen aus Profilstahl HEB, Stahl S 355 JR oder JO,

BAUTEILE:	Fischaufstiegsanlage, Überfahrtbereich, Verschlussbereich	ARCHIVNR / Rev.
VORGANG:	Tragwerke / Vorplanung	23-G-179 / 01

	<p style="text-align: center;">Fröhner Ingenieur GmbH  Hermann-Ilgen-Straße 38, 01445 Radebeul  E-Mail: <a href="mailto:info@baugrubenmanager.com">info@baugrubenmanager.com</a>, Tel.: +49 351 897 33 984</p>	24.01.2025	14 / 21
	<p>Bauvorhaben:</p> <p style="text-align: center;">Lebendige Luppe- Attraktive Auenlandschaft  als Leipziger Lebensader</p>	23-G-179	
		Vorplanung der Tragwerke	

- Unterwasserbeton C 25/30 XC2 XF1,
- Abdeckung Spundwand aus Profilstahl U-Form (Abkantung),
- Geländer seitlich als Füllstabgeländer, aufgeschweißt.

Einwirkungen:

- Wind-, Schnee-, Eis- und Erdbebenlasten werden nicht berücksichtigt.
- Eigenlasten aller Baustoffe und Bauprodukte;
- Erddruck auf die Konstruktion als erhöhter aktiver Erddruck mit Anteil Erdruchdruck von 50%
- Wasserdruck für die verschiedenen Bemessungswasserstände
- Verkehrslasten in der Hinterfüllung nach EAB und Betriebslastmodell, Annahme vorläufig mind. 20 kN/m<sup>2</sup> als unbegrenzte Flächenlast für die Vordimensionierung
- Lasten aus Kränen und Baugeräten nach gesonderter Ermittlung, Freireiter mit großer Auslegerlänge beachten für Spundwandbau
- Lasten aus Zwischenschüttungen für technologische Zwischenzustände (z.B. Vorschüttung nach Oberstrom)

BAUTEILE:	Fischaufstiegsanlage, Überfahrtbereich, Verschlussbereich	ARCHIVNR / Rev.
VORGANG:	Tragwerke / Vorplanung	23-G-179 / 01

	Fröhner Ingenieur GmbH Hermann-Ilgen-Straße 38, 01445 Radebeul E-Mail: <a href="mailto:info@baugrubenmanager.com">info@baugrubenmanager.com</a> , Tel.: +49 351 897 33 984	24.01.2025	15 / 21
		23-G-179	
Bauvorhaben: Lebendige Luppe- Attraktive Auenlandschaft als Leipziger Lebensader		Vorplanung der Tragwerke	

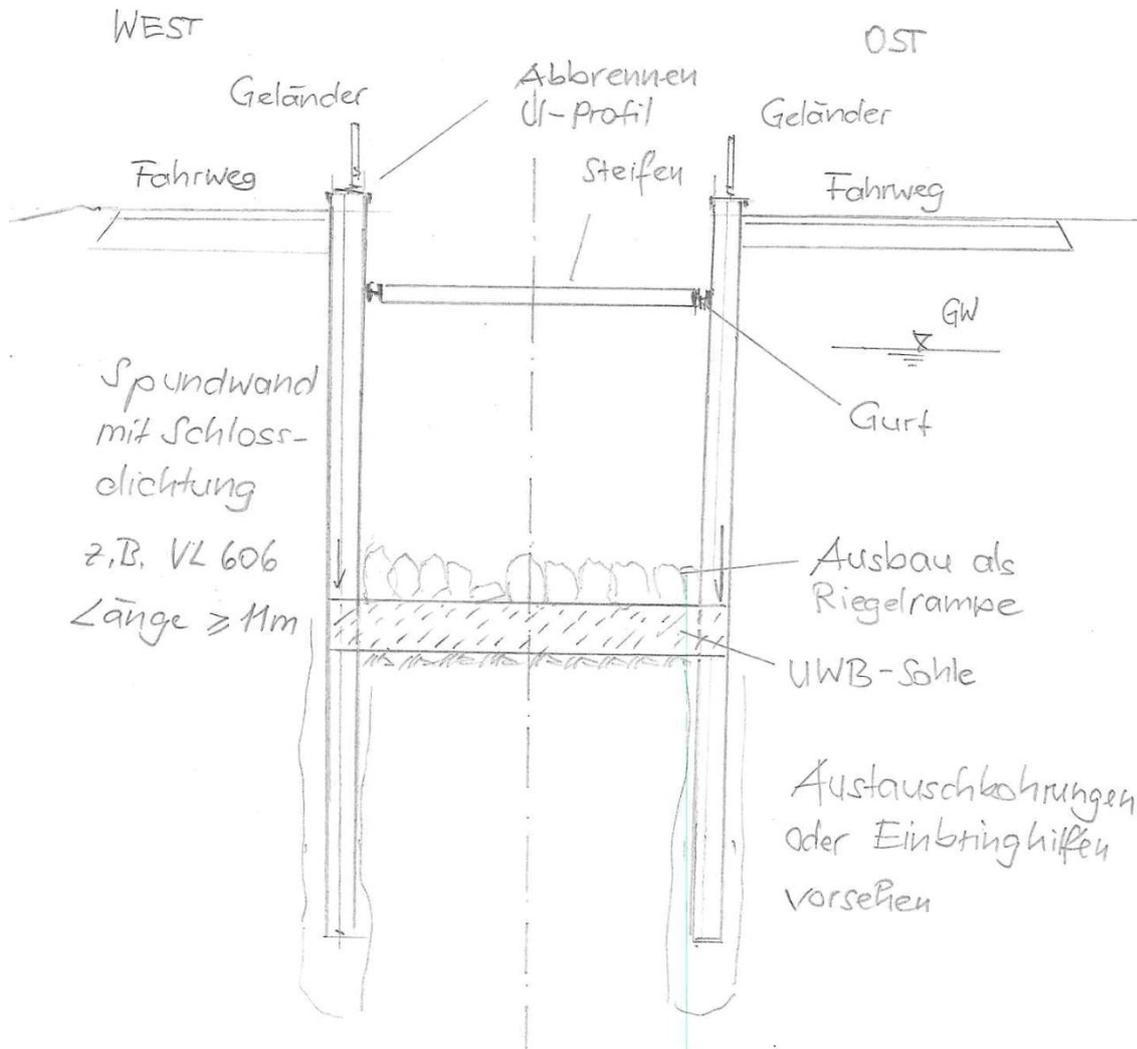


Abb. 6 Tragwerksskizze FAA im Querschnitt

### Verschlussbereich innerhalb der Fischaufstiegsanlage

Die Fischaufstiegsanlage muss für den Wasserdurchfluss absperrbar sein. Eventuell ist sogar eine Revisionierbarkeit im Trockenen vorzusehen. Es ist also eine Schütztafel mit Hubrahmen einzusetzen, die dann dreiseitig dichtend den Kanal absperrt. Es wird also ein Sohlbalken herzustellen sein. Seitlich sind Wangen mit Führungsschienen herzustellen. Diese können innerhalb des vom Erdreich durch Spundwand abgetrennten Bereiches aus Stahlbeton hergestellt werden.

Auf gleiche Weise werden Oberstrom und Unterstrom der Schütztafel Wangen und Sohlbalken aus Stahlbeton hergestellt, die den Einbau von Dammbalkenverschlüssen ermöglichen. Damit ist eine Inspektion, Wartung oder auch ein Ausbau der Schütztafel im Trockenen möglich.

BAUTEILE:	Fischaufstiegsanlage, Überfahrtbereich, Verschlussbereich	ARCHIVNR / Rev.
VORGANG:	Tragwerke / Vorplanung	23-G-179 / 01

	<b>Fröhner Ingenieur GmbH</b> Hermann-Ilgen-Straße 38, 01445 Radebeul E-Mail: <a href="mailto:info@baugrubenmanager.com">info@baugrubenmanager.com</a> , Tel.: +49 351 897 33 984	24.01.2025	16 / 21
		23-G-179	
	Bauvorhaben: Lebendige Luppe- Attraktive Auenlandschaft als Leipziger Lebensader	Vorplanung der Tragwerke	

Die Anordnung von Wangen und Sohlbalken aus Stahlbeton für die Aufnahme von Dammbalkenverschlüssen wird am oberstromigen und unterstromigen Ende der Fischaufstiegsanlage nach dem gleichen Prinzip vorgesehen. Wesentlich ist, dass die Dammbalken in der Führung nach unten gedrückt werden können und sind mit einer Führungsspindeln anzuziehen.

#### Baustoffe:

- Spundwände aus Stahl S240 GP oder S 355 GP,
- Profilform VL, PU- oder AZ-Profile mit Schlössern und Eckprofilen,
- Rahmen aus Profilstahl HEB und U, Stahl S 355 JR oder JO,
- Korrosionsschutz nach Liste der zugelassenen Systeme der BAW,
- Stahlbeton C 25/30 XC2 XF1,
- Bewehrung B500 (A) lokal verschweißt mit Spundwand (Zulassung)
- Abdeckung Spundwand aus Profilstahl U-Form (Abkantung),
- Geländer seitlich als Füllstabgeländer, aufgeschweißt,
- Schütztafel ausgelegt nach DIN 19704 mit zugehörigen Antriebs- und Sicherungssystemen,
- Dammbalken ausgelegt nach DIN 19704

#### Einwirkungen:

- Wind-, Schnee-, Erdbebenlasten werden nicht berücksichtigt.
- Eigenlasten aller Baustoffe und Bauprodukte;
- Erddruck auf die Konstruktion als erhöhter aktiver Erddruck mit Anteil Erdruchdruck von 50%
- Wasserdruck für die verschiedenen Bemessungswasserstände
- Verkehrslasten in der Hinterfüllung nach EAB und Betriebslastmodell, Annahme vorläufig mind. 20 kN/m<sup>2</sup> als unbegrenzte Flächenlast für die Vordimensionierung
- Lasten aus Kränen und Baugeräten nach gesonderter Ermittlung, Freireiter mit großer Auslegerlänge beachten für Spundwandbau
- Lasten aus Zwischenschüttungen für technologische Zwischenzustände (z.B. Vorschüttung nach oberstrom
- Lasten auf die Schütztafel aus Differenzwasserdruck,
- Öffnungs- und Verschlusskräfte,
- Eisanhaftungen beachten

BAUTEILE:	Fischaufstiegsanlage, Überfahrtbereich, Verschlussbereich	ARCHIVNR / Rev.
VORGANG:	Tragwerke / Vorplanung	23-G-179 / 01

	Fröhner Ingenieur GmbH Hermann-Ilgen-Straße 38, 01445 Radebeul E-Mail: <a href="mailto:info@baugrubenmanager.com">info@baugrubenmanager.com</a> , Tel.: +49 351 897 33 984	24.01.2025	17 / 21
		23-G-179	
Bauvorhaben:	Lebendige Luppe- Attraktive Auenlandschaft als Leipziger Lebensader	Vorplanung der Tragwerke	

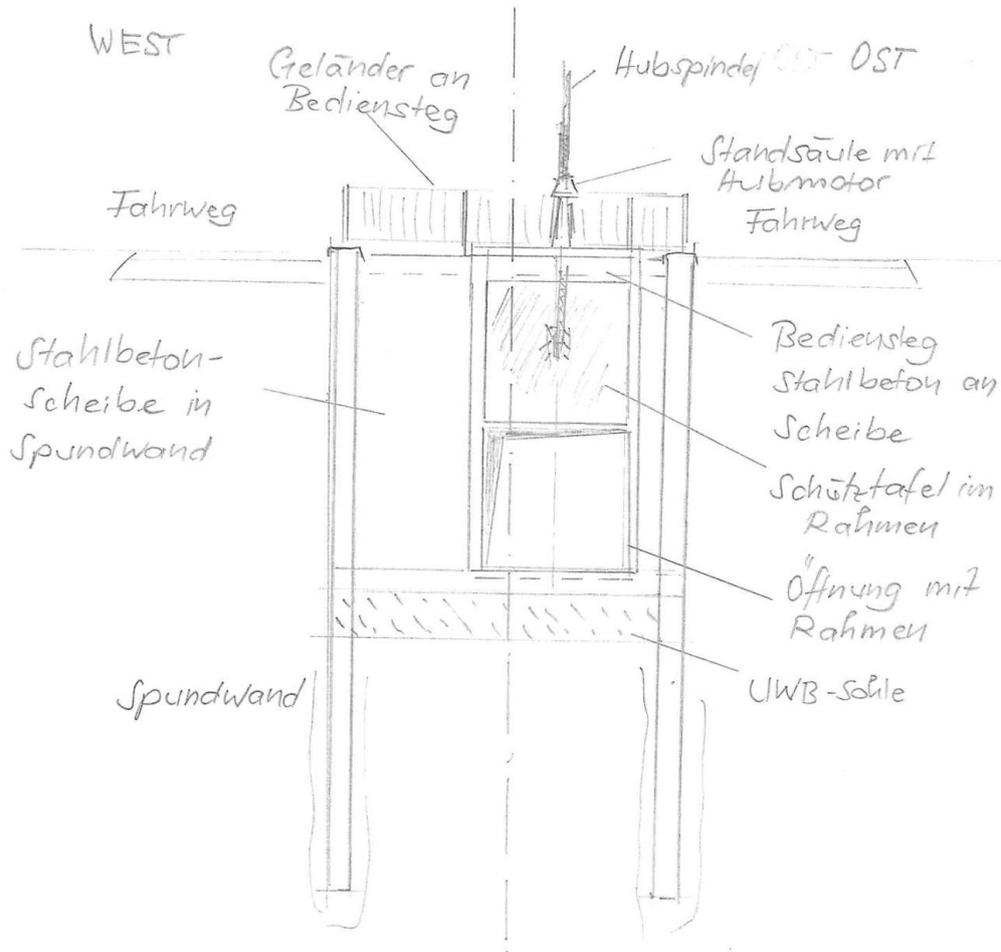


Abb. 7 Tragwerksskizze Verschlussbereich

### Brücke über die Fischaufstiegsanlage

Die Zufahrt zum Nahlewehr muss über die Fischaufstiegsanlage möglich bleiben. Dabei sind alle örtlichen Wegebeziehungen abzudecken. Es muss die Möglichkeit der Befahrung des Wirtschaftsweges Unterstrom bis zur Furt geben, Oberstrom muss entlang der Anlage gefahren werden können, der Wehrbereich direkt muss auch erreicht werden können.

Es wird also auf der Spundwand, die die Fischaufstiegsanlage seitlich begrenzt eine Brückenplatte aus Stahlbeton aufgelagert. Diese wird direkt auf den Spundwänden aufgelegt. Hier wird nach dem Abbrennen auf Höhe ein U-profil aufgelegt. Auf dem U-Profil aus Stahl werden die Elastomerlagerstreifen aufgelegt und eine Schneidenlagerung auf der Spundwand geschaffen. Die Horizontalkräfte können über die „schwimmende

BAUTEILE:	Fischaufstiegsanlage, Überfahrtbereich, Verschlussbereich	ARCHIVNR / Rev.
VORGANG:	Tragwerke / Vorplanung	23-G-179 / 01

	<b>Fröhner Ingenieur GmbH</b> Hermann-Ilgen-Straße 38, 01445 Radebeul E-Mail: <a href="mailto:info@baugrubenmanager.com">info@baugrubenmanager.com</a> , Tel.: +49 351 897 33 984	24.01.2025	18 / 21
		23-G-179	
	Bauvorhaben: Lebendige Luppe- Attraktive Auenlandschaft als Leipziger Lebensader	Vorplanung der Tragwerke	

Lagerung“ aufgenommen werden. An den Übergängen zum Baugrund werden Winkelstützelemente versetzt, die die Wegebefestigungen abgrenzen.

Die Stahlbetonplatte erhält an den Rändern Aufkantungen oder auch Kappen und auf denen werden Füllstabgeländer aufgedübelt. Die Konstruktionselemente werden den aus dem Brückenbau bekannten Richtzeichnungen der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) entnommen.

#### Baustoffe:

- Spundwände aus Stahl S240 GP oder S 355 GP,
- Profilform VL, PU- oder AZ-Profile mit Schlössern und Eckprofilen,
- Rahmen aus Profilstahl HEB und U, Stahl S 355 JR oder JO,
- Korrosionsschutz nach Liste der zugelassenen Systeme der BAW,
- Stahlbeton C 25/30 XC2 XF1,
- Kappenbeton C 35/35 XC3 XF3,
- Bewehrung B500 (A) ,
- Abdeckung Spundwand aus Profilstahl U-Form (Abkantung),
- Elastomer Gummibalkenlager,
- Geländer als Füllstabgeländer, aufgeschweißt,
- Winkelstützelemente aus Betonfertigteilen.

#### Einwirkungen:

- Wind-, Schnee-, Eis- und Erdbebenlasten werden nicht berücksichtigt.
- Eigenlasten aller Baustoffe und Bauprodukte;
- Erddruck auf die Konstruktion als erhöhter aktiver Erddruck mit Anteil Erdruchdruck von 50%
- Verkehrslasten in der Hinterfüllung nach EAB und Betriebslastmodell, Annahme vorläufig mind. 20 kN/m<sup>2</sup> als unbegrenzte Flächenlast für die Vordimensionierung auf der Hinterfüllung,
- Verkehrslastmodell mit mindestens 6 Rädern und jeweils 100 kN Gewicht (z.B. SLW 60 nach DIN 1072 alt)
- Lasten aus Kränen und Baugeräten nach gesonderter Ermittlung
- Lasten aus Zwischenschüttungen für technologische Zwischenzustände (z.B. Vorschüttung nach Oberstrom

BAUTEILE:	Fischaufstiegsanlage, Überfahrtbereich, Verschlussbereich	ARCHIVNR / Rev.
VORGANG:	Tragwerke / Vorplanung	23-G-179 / 01

	Fröhner Ingenieur GmbH Hermann-Ilgen-Straße 38, 01445 Radebeul E-Mail: <a href="mailto:info@baugrubenmanager.com">info@baugrubenmanager.com</a> , Tel.: +49 351 897 33 984	24.01.2025	19 / 21
		23-G-179	
	Bauvorhaben: Lebendige Luppe- Attraktive Auenlandschaft als Leipziger Lebensader	Vorplanung der Tragwerke	

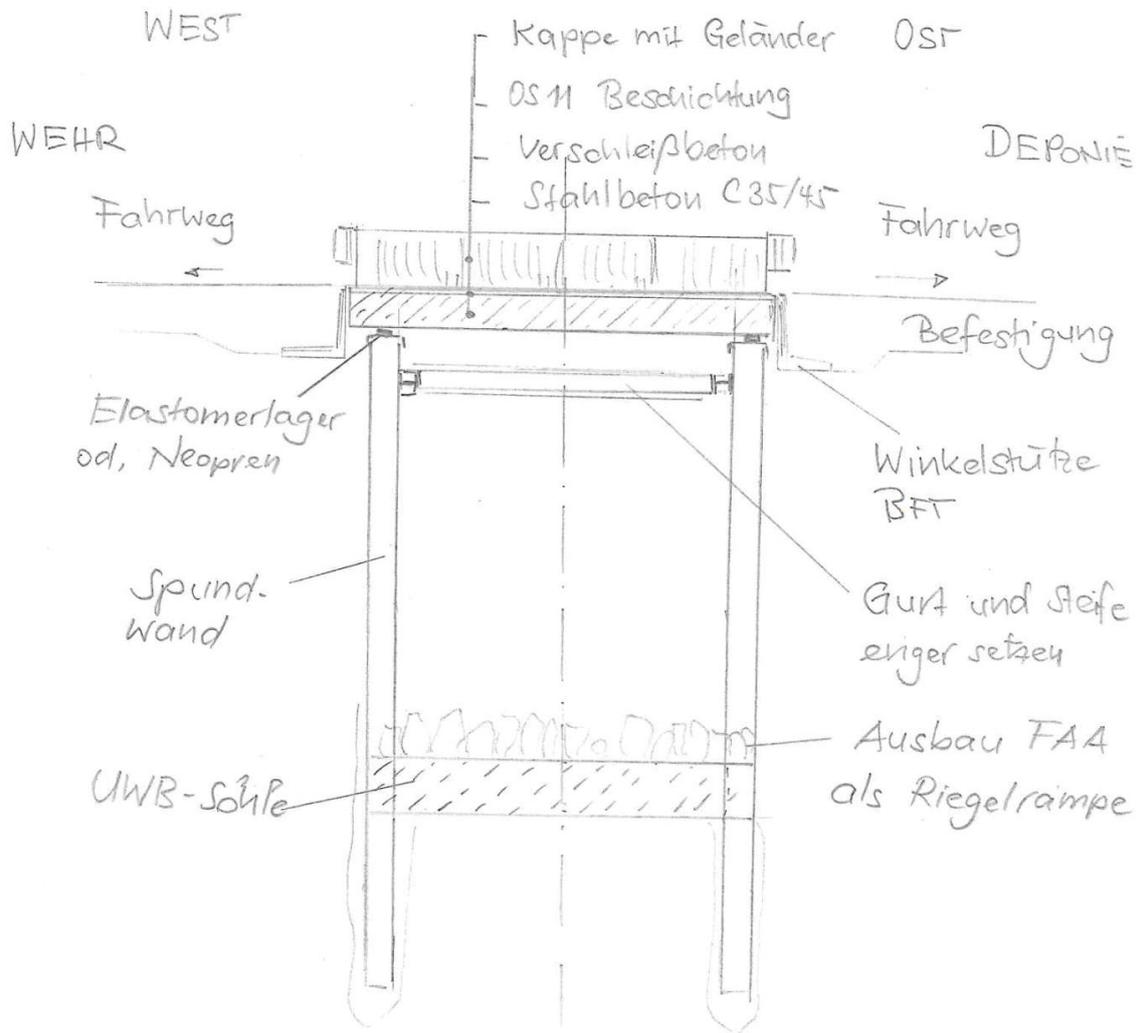


Abb. 8 Tragwerksskizze Brückenbereich

BAUTEILE:	Fischaufstiegsanlage, Überfahrtbereich, Verschlussbereich	ARCHIVNR / Rev.
VORGANG:	Tragwerke / Vorplanung	23-G-179 / 01

	Fröhner Ingenieur GmbH Hermann-Ilgen-Straße 38, 01445 Radebeul E-Mail: <a href="mailto:info@baugrubenmanager.com">info@baugrubenmanager.com</a> , Tel.: +49 351 897 33 984	24.01.2025	20 / 21
		23-G-179	
Bauvorhaben:	Lebendige Luppe- Attraktive Auenlandschaft als Leipziger Lebensader	Vorplanung der Tragwerke	

#### 4. Weitere Planungsschritte

Es sind Abstimmungen zu den dauerhaften Einwirkungen aus Betriebsfahrzeugen mit der LTV als Betreiber der Nahlewehres zu führen. Die erforderlichen Lastangaben sind zu beachtenden und die Randbedingungen sind nochmals zwischen Bauherrn und Nutzer abzustimmen. Weitergehend sind Kranstandplätze für Austauschvorgänge für Anlagenteile am Nahlewehr vorzusehen. Auch für die bauzeitlichen Belastungen sind Vorkehrungen zu treffen.

Die schweren Baugeräte müssen antransportiert werden und wirken dann auch auf halbfertige Konstruktionen ein. Der Fahrverkehr im Auenwald ist zu untersuchen. Es wird die Abfassung eines Logistikkonzeptes empfohlen. Dabei sind auch die Tragfähigkeit von Wegen und Brücken und die Schleppkurven bzw. Bewegungsräume in den Zufahrten zur Baustelle aufzuklären.

Die Geotechnische und Tragwerksplanung sind bei dieser Baumaßnahme aus unserer Erfahrung heraus bis hin zur bautechnologischen Konzeption und Baustelleeinrichtungsplanung fortzuschreiben.

Unterlage aufgestellt:  
Dipl.-Ing. Thomas Fröhner, 24.01.2025



Zert. Sachverständiger für Geotechnik  
Qualifizierter Tragwerksplaner  
Beratender Ingenieur



BAUTEILE:	Fischaufstiegsanlage, Überfahrtbereich, Verschlussbereich	ARCHIVNR / Rev.
VORGANG:	Tragwerke / Vorplanung	23-G-179 / 01

	<p style="text-align: center;">Fröhner Ingenieur GmbH  Hermann-Ilgen-Straße 38, 01445 Radebeul  E-Mail: <a href="mailto:info@baugrubenmanager.com">info@baugrubenmanager.com</a>, Tel.: +49 351 897 33 984</p>	24.01.2025	21 / 21
		23-G-179	
	<p>Bauvorhaben:</p> <p style="text-align: center;">Lebendige Luppe- Attraktive Auenlandschaft als Leipziger Lebensader</p>	Vorplanung der Tragwerke	

## ANLAGEN

BAUTEILE:	Fischaufstiegsanlage, Überfahrtbereich, Verschlussbereich	ARCHIVNR / Rev.
VORGANG:	Tragwerke / Vorplanung	23-G-179 / 01

Fotodokumentation vom 08.12.2023



Bild 1: Überquerungsweg am Nahlewehr



Bild 2: Nahlewehr



Bild 3: Nahlewehr



Bild 4: Nahlewehr



Bild 5: Wirtschaftsweg durch die Nahle



Bild 6: Wende Weg am Nahlewehr; links Halde

Fotodokumentation vom 08.12.2023



Bild 7: Betonplatten Straße am Nahlewehr



Bild 8: Wende weg und Zaun am Nahlewehr



Bild 9: Zaun blick Richtung Nahlewehr



Bild 10: Einlauf am Nahlewehr



Bild 11: Nahlewehr



Bild 12: Luppewehr

Fotodokumentation vom 08.12.2023



Bild 13: Einlauf am Nahlewehr



Bild 14: Einlauf am Nahlewehr



Bild 15: Fläche Richtung Nahlewehr



Bild 16: Einlauf am Nahlewehr



Bild 17: Weg Richtung Luppewehr



Bild 18: Einlauf am Nahlewehr

Fotodokumentation vom 08.12.2023



Bild 19: Verbindungsweg  
Nahlewehr/Luppewehr



Bild 20: Luppewehr



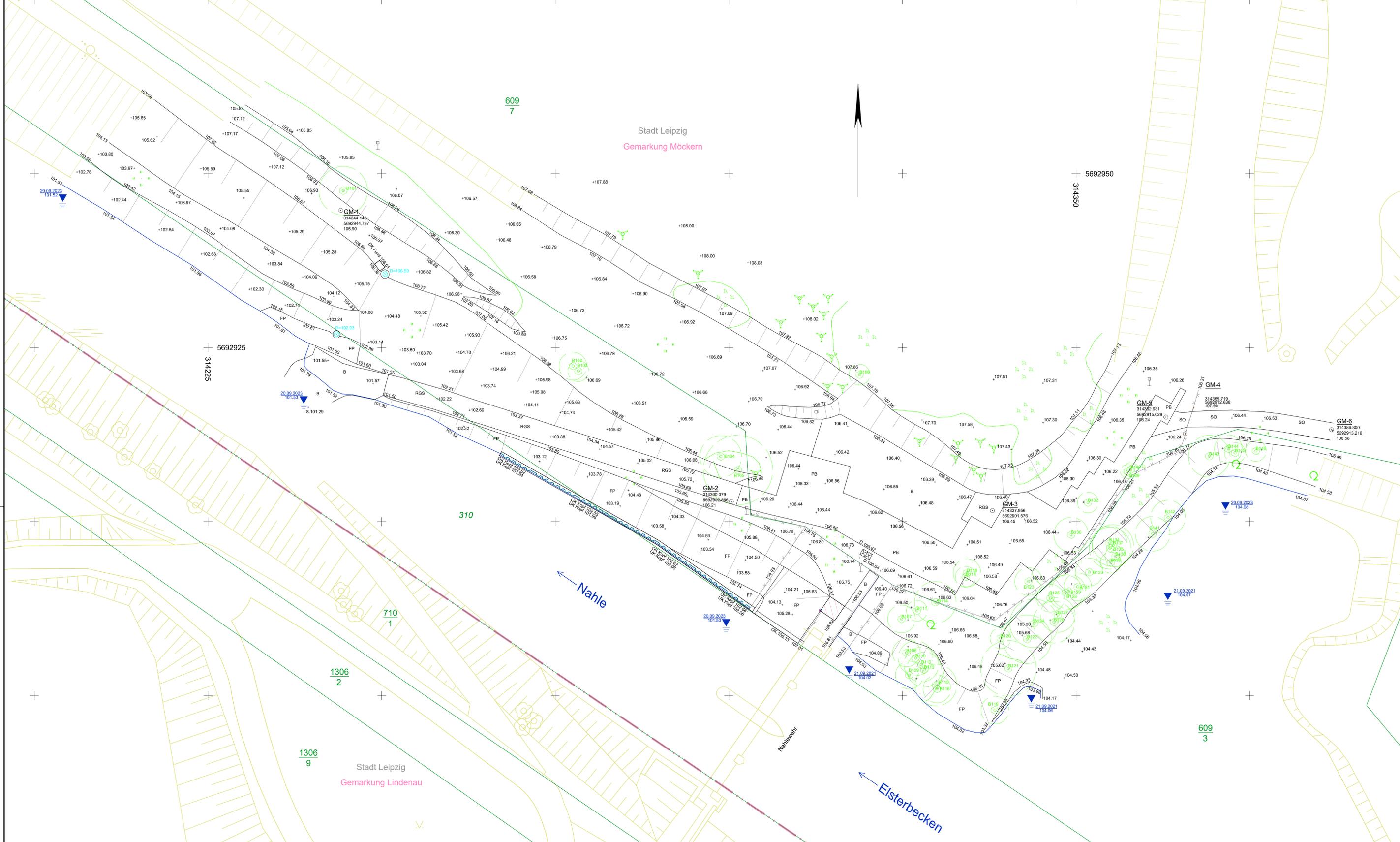
Bild 21: Fischaufstieg am Luppewehr



Bild 22: Halde am Nahlewehr



Bild 23: Halde am Nahlewehr



Stadt Leipzig  
Gemarkung Möckern

Stadt Leipzig  
Gemarkung Lindenau

- Legende**
- Fließrichtung
  - ▲ Wasserspiegel
  - Flussschle
  - + Geländepunkt
  - Polygonpunkt
  - ▲ Verkehrsschild
  - Schild
  - Schacht rund
  - Schacht eckig
  - Laubbaum
  - Nadelbaum
  - Laubwald
  - || Grünfläche
  - || Gebüsch
  - || Gebüschfläche
  - Zaun
  - Geländer
  - Stützmauer UK
  - Böschung
  - Wasserspiegellage
  - Grenzen und Achsen
  - Gemeinde
  - Gemarkung
  - Flurstück
  - DSGK
- Befestigungsarten**
- B - Beton
  - PB - Pattenbeton
  - FP - Findlingspflaster
  - RGS - Rasengitterstein
  - SO - Schotter
  - Spf - Split
  - WBS - Wasserbausteine

**Auftraggeber**  
Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen  
Betrieb Elbaue / Mulde / Untere Weiße Elster

**Auftragnehmer**  
GEO-METRIK  
Ingenieurgesellschaft mbH Leipzig

GEO-METRIK Ingenieurgesellschaft mbH Leipzig  
Emilienstraße 17  
04107 Leipzig  
Tel.: +49 341 30553-0  
Email: Leipzig@GEO-METRIK.de  
www.GEO-METRIK.de

Lagebezug: ETRS89-UTM33N  
Landkreis: Stadt Leipzig  
Gemarkung: Möckern

Höhenbezug: DHNN 2016  
Gemeinde: Stadt Leipzig  
Flurstück: diverse

Datum	Name	Unterschrift	
10.10.2023	Strehler		Neubau Fischpass am Nahlewehr
18.09.2023	Harloff		
10.10.2023	Nordmann		

Entwurfsvermessung

Datenursprung:  
Liegenschaftskataster: Amt für Geoinformation und Bodenordnung, 09/2023  
DSGK: Amt für Geoinformation und Bodenordnung, 09/2023

NA\_Wehr\_Fischpass\_20231010.dwg  
Auftragsnr.: 55 1250 0222  
Phase: Planung

Plan-Nr.:  
LTV-Nr.:

Maßstab: 1:250  
Blatt: 1 Bl.

# Bundesprogramm Biologische Vielfalt „Lebendige Luppe“ Attraktive Auenlandschaft als Leipziger Lebensader Biologische Vielfalt bringt Lebensqualität in die Stadt

## Planungsleistungen „Lebendige Luppe“ BA 1-3

### Fischaufstiegsanlage FAA Nahlewehr

### Baugrunderkundung

02 / 2024



LEBENDIGE  
LUPPE

Förderer

Gefördert durch:

 Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit  
und Verbraucherschutz

 Bundesamt für  
Naturschutz

 Sächsische Landesstiftung  
Natur und Umwelt  
Naturschutzfonds

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Projektpartner

 Stadt Leipzig  
Amt für Stadtgrün und Gewässer

 NABU  
Landesverband Sachsen e.V.

 UNIVERSITÄT  
LEIPZIG

 UFZ HELMHOLTZ  
Zentrum für Umweltforschung

 Sächsisches  
Ministerium für  
Wirtschaft, Energie  
und Klimaschutz

Das Projekt Lebendige Luppe wird durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz im Rahmen des Bundesprogramms Biologische Vielfalt gefördert. Die Lebendige Luppe ist ein Schlüsselprojekt des Grünen Ringes Leipzig und des NABU Leipzig.

leben.natur.vielfalt  
das Bundesprogramm

### Vorhabensträger:



**Stadt Leipzig**  
Amt für Stadtgrün und Gewässer

**Stadt Leipzig**  
Amt für Stadtgrün und Gewässer

Abt. Gewässerentwicklung  
SG Wasserbaumanagement  
Prager Straße 118 - 136  
04317 Leipzig

Verfasser:

Th. Hohfeld

N. Fischer



Ort, Datum

Leipzig, den 29.02.2024



**GGL Geophysik und Geotechnik Leipzig GmbH**  
Bautzner Straße 67A  
04347 Leipzig

## Ergebnisbericht Baugrunderkundung

Objekt:	Planungsleistungen „Lebendige Luppe“ BA 1-3 Fischaufstiegsanlage FAA Nahlewehr Baugrunderkundung
Auftraggeber:	Stadt Leipzig, Der Oberbürgermeister Amt für Stadtgrün und Gewässer Abt. Wasserwirtschaft/ Flächenmanagement SG Wasserbaumanagement Prager Straße 118-136 04317 Leipzig
Vertrags-Nr.:	67.43-32/23 zum Hauptvertrag 67.43-21/22 (Stadt Leipzig) GGL 21-069 (intern)
Bearbeiter:	Sachverständiger für Baugrund, Dipl.-Geophys. Th. Hohlfeld Geotechnischer Mitarbeiter, N. Fischer
Ort und Datum:	Leipzig, 29.02.2024
Inhalt:	52 Seiten Text 13 Abbildungen 16 Tabellen 7 Anlagen

## Inhaltsverzeichnis

1	Projektbeschreibung.....	9
2	Aufgabenstellung und Leistungsumfang.....	9
3	Allgemeine Angaben zur vorliegenden Situation .....	10
3.1	Topographische und örtliche Gegebenheiten.....	10
3.2	Geologische und hydrogeologische Situation im Bereich des Absperrdammes .....	11
4	Durchführung der Aufschlussarbeiten und Laboruntersuchungen .....	11
4.1	Geotechnische Untersuchungen.....	11
4.1.1	Rammkernsondierungen (RKS) .....	11
4.1.2	Schwere Rammsondierungen (DPH) .....	12
4.2	Laboruntersuchungen.....	12
4.2.1	Bodenphysikalische Laboruntersuchungen .....	12
4.2.2	Analytische Laboruntersuchungen .....	12
5	Ergebnisse .....	14
5.1	Vermessungsergebnisse .....	14
5.2	Laborergebnisse.....	15
5.2.1	Ergebnisse der bodenphysikalischen Laboruntersuchungen.....	15
5.2.2	Kornverteilung und Plastizität.....	16
5.2.4	Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen.....	20
5.2.4.1	Untersuchungen nach Ersatzbaustoffverordnung, LAGA Boden/ Bauschutt und Deponieverordnung.....	20
5.2.4.2	Untersuchungen zur Betonaggressivität und Stahlkorrosivität des Grund- bzw. Oberflächenwassers .....	26
5.2.4.3	Untersuchungen nach BBodSchV .....	27
5.3	Beschreibung der Bodenverhältnisse nördlich des Nahlewehrs .....	28
5.3.1	Vorbemerkungen.....	28
5.3.2	Aussagen zu den Baugrundverhältnissen sowie Baugrundsichtung .....	28
5.3.3	hydrogeologische Verhältnisse.....	31
5.3.4	Abschnittsbezogene Aussagen zu den Baugrundverhältnissen.....	31
5.3.4.1	Baugrundverhältnisse im Untersuchungsgebiet .....	31
5.4	Bodenkenngrößen .....	33
6	Homogenbereiche .....	36
6.1	Kornverteilungsbänder der Homogenbereiche .....	39
7	Allgemeine Empfehlungen zur Bauausführung.....	41
7.1	Aktuelle Situation, Gründung .....	41
7.2	Befahrbarkeit und Wegebau .....	42
7.3	Verwendung von Böden für Erdarbeiten .....	42
7.4	Lösbarkeit und Rammbarkeit von Böden .....	44
7.5	Grundwasser und Wasserhaltung.....	47

7.6	Gründung.....	48
7.7	Allgemeine Hinweise .....	49
8.	Geotechnische Beurteilung der gewählten Varianten, Empfehlungen.....	50
8.1	Fischaufstiegsanlage .....	50
8.2	Brückenbauwerk.....	50
8.3	Allgemein.....	51
9	Zusammenfassung.....	52

### Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Übersicht über das Untersuchungsgebiet [Kartenbild: AUTOCAD, ©2024 Microsoft©2023 Maxar ©CNES (2023) Distribution Airbus DS].....	10
Abbildung 2:	Grundwasserdynamik (@2024 Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie mit den Trassenverläufen im Untersuchungsgebiet dargestellt als diverse Linien.....	11
Abbildung 3:	Kornverteilungskurve der grobkörnigen Auffüllung.....	16
Abbildung 4:	Kornverteilungsband für die feinkörnige, organische Auffüllung .....	16
Abbildung 5:	Kornverteilungskurve für den mittelplastischen Auelehm .....	17
Abbildung 6:	Kornverteilungskurve für den ausgeprägt plastischen, organisch Auelehm.....	17
Abbildung 7:	Kornverteilungskurve für den gemischtkörnigen Auelehm.....	18
Abbildung 8:	Kornverteilungskurve für die grobkörnigen Flussschotter.....	18
Abbildung 9:	Kornverteilungsband Homogenbereich B.....	39
Abbildung 10:	Kornverteilungsband Homogenbereich C.....	39
Abbildung 11:	Kornverteilungsband Homogenbereich E.....	40
Abbildung 12:	Kornverteilungsband Homogenbereich F .....	40
Abbildung 13:	Kornverteilungsband Homogenbereich G .....	41

### Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Probenzusammenstellung der Untersuchungen nach LAGA, EBV, BBodSchV, DepV sowie auf Betonaggressivität und Stahlkorrosivität von Wasser.....	13
Tabelle 2:	Stationierung, m NHN-Höhen [DHHN2016/ETRS 89/ Z33] der Bohraufschluss- bzw. Sondierpunkte .....	14
Tabelle 3:	Zusammenstellung der Laborergebnisse .....	15
Tabelle 4:	Bereiche der Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte für Bodengruppen.....	19
Tabelle 5:	Zusammenfassende Ergebnisse der Untersuchungen nach der ErsatzbaustoffV, LAGA Boden/ Bauschutt und DeponieV .....	25
Tabelle 6:	Abschätzung der mittleren Korrosionsgeschwindigkeit.....	26
Tabelle 7:	Zusammenstellung aller Bodenproben entsprechend Anlage 1 der BBodSchV, Tabelle 1 und 2 .....	27
Tabelle 8:	Zusammenstellung aller Bodenproben entsprechend Anlage 1 der BBodSchV, Tabelle 4 .....	27

Tabelle 9: Ergebnisse nach Auswertung der schweren Rammsondierungen.....	30
Tabelle 10: Zusammenstellung der ermittelten Grundwasserstände.....	31
Tabelle 11: Bodenkenngößen .....	34
Tabelle 12: Kennwerte und Homogenbereiche.....	37
Tabelle 13: Verwendung für gewachsene Böden.....	43
Tabelle 14: Klassifizierung mithilfe der bezogenen Lagerungsdichte.....	44
Tabelle 15: Auswertung der DPH, abgeleitete Kennwerte .....	45
Tabelle 16: Pfahlspitzendruck und Pfahlmantelreibung für Bohrpfähle gem. EA-Pfähle.....	46

### Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Übersichtslageplan
Anlage 2	Lageplan der Aufschlusspunkte
Anlage 3	Baugrundlängsschnitt
Anlage 4	Schichtenverzeichnisse
Anlage 5	Bodenmechanische Laboruntersuchungen
Anlage 6	Analytische Laboruntersuchungen
Anlage 7	Fotodokumentation

### Verwendete Unterlagen

- /1/ Nachtragsvertrag Revitalisierung der Luppe – Lebendige Luppe – Baugrunduntersuchung - FAA Nahlewehr: Vertrags-Nr. 67.43-32/23, vom 02.01.2024
- /2/ Aufgabenstellung zur Baugrunderkundung – FAA Nahlewehr: Vertrags-Nr. 67.43-32/23, vom 21.08.2023
- /3/ Deichausnahme – Lebendige Luppe, 1.-3. Bauabschnitt, Vermessung am Nahlewehr – Entscheidung, Landesdirektion Sachsen, vom 23.10.2023
- /4/ Bundesprogramm Biologische Vielfalt „Lebendige Luppe“, Attraktive Auenlandschaft als Leipziger Lebensader Biologische Vielfalt bringt Lebensqualität in die Stadt -Baugrundhauptuntersuchung BA 1-3, Erkundungskonzept Kleine Luppe. GGL Geophysik und Geotechnik Leipzig GmbH, Leipzig, den 14.09.2022.
- /5/ Bundesprogramm Biologische Vielfalt „Lebendige Luppe“, Attraktive Auenlandschaft als Leipziger Lebensader Biologische Vielfalt bringt Lebensqualität in die Stadt -Baugrundhauptuntersuchung BA 1-3, Geotechnischer Bericht – Strecke. GGL Geophysik und Geotechnik Leipzig GmbH, Leipzig, den 24.11.2022.
- /6/ Bundesprogramm Biologische Vielfalt „Lebendige Luppe“, Attraktive Auenlandschaft als Leipziger Lebensader Biologische Vielfalt bringt Lebensqualität in die Stadt -Baugrundhauptuntersuchung BA 1-3, Geotechnischer Bericht – Bauwerke. Planungsgesellschaft Scholz+Lewis mbH, Dresden, den 15.11.2022.

- /7/ Digitaler Lageplan: NA\_Wehr\_Fischpass\_20231010 der GEO-METRIK-Ingenieurgesellschaft mbH Leipzig für die LTV Sachsen, Betrieb Elbaue/ Mulde/ Untere Weiße Elster

## Literaturverzeichnis

- [T1] DIN EN 1991-1-1: Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau, Beuth Verlag GmbH, 2010-12
- [T2] DIN EN 1997-1 Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung EN 1997-1:2004 + AC:2009 + A1:2013
- [T3] DIN EN 1997-2 Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung des Baugrundes, 2010-10
- [T4] DIN 4020: Geotechnische Untersuchungen für Bautechnische Zwecke – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2, 2010-12
- [T5] DIN 19712: Hochwasserschutzanlagen an Fließgewässern, 2013-01
- [T6] DIN 18299: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) und die folgenden entsprechend ihrer Relevanz, 2019
- [T7] Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technischen Bauwerken (Ersatzbaustoffverordnung – ErsatzbaustoffV), 2021-07
- [T8] RuVA-StB 01, Fassung 05 – Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/ pechtypischen Bestandteilen sowie der Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau
- [T9] Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 16.07.2021
- [T10] LAGA PN 98 Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/ Beseitigung von Abfällen, 2019-05
- [T11] Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/ Abfällen - Technische Regeln für die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial (TR Boden), vom 11/2004
- [T12] Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/ Abfällen - Technische Regeln (TR LAGA 20), Allgemeiner Teil vom 11/2003
- [T13] Deponieverordnung vom 27.04.2009
- [T14] Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen - KrWG, 2019
- [T15] Abfallverzeichnis-Verordnung vom 10.12.2001
- [T16] DIN 1054: Baugrund- und Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1, 04/2021
- [T17] DIN 1055-2: Einwirkung auf Tragwerke – Teil 2 - Bodenkenngrößen, 11/2010

- [T18] DIN EN ISO 22475-1: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen - Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung, 2006
- [T19] DIN EN ISO 22476-2: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Felduntersuchungen – Teil 2: Rammsondierungen, Beuth Verlag GmbH, 2012-03
- [T20] DIN EN ISO 14688/NA: Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden, Beuth Verlag GmbH, 2020-11
- [T21] DIN EN ISO 14689/NA: Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels, Beuth Verlag GmbH, 2018-05
- [T22] DIN 4023: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – zeichnerische Darstellung der Ergebnisse, DIN-Taschenbuch 113, Beuth Verlag GmbH, 2006
- [T23] DIN 18196: Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke, DIN-Taschenbuch 113, Beuth Verlag GmbH, 02/2023
- [T24] Zusätzliche Technische Vertragsbedingung und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTV E-StB 17, Ausgabe 2017)
- [T25] DIN 4030-1 Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase – Teil 1: Grundlagen und Grenzwerte, 2008-06
- [T26] DIN 50929-3: Korrosion der Metalle – Korrosionswahrscheinlichkeit metallener Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung – Teil 3: Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern, 2018-03
- [T27] DIN EN ISO 17892-1: Laborversuche an Bodenproben – Teil 1: Bestimmung des Wassergehalts – 2015-03
- [T28] DIN EN ISO 17892-4: Laborversuche an Bodenproben – Teil 4: Bestimmung der Korngrößenverteilung - Teil 4, 2017-04
- [T29] DIN EN ISO 17892-11: Laborversuche an Bodenproben – Teil 11: Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit, 05/2019
- [T30] DIN EN ISO 17892-5: Laborversuche an Bodenproben – Teil 5: Ödometerversuch mit stufenweiser Belastung - Teil 5, 08/2017
- [T31] DIN EN ISO 17892-8: Laborversuche an Bodenproben – Teil 8: Unkonsolidierter undrännierter Triaxialversuch - Teil 8, 2018-08
- [T32] DIN EN ISO 17892-8: Laborversuche an Bodenproben – Teil 10: Direkter Scherverversuch - Teil 8, 2018-10
- [T33] DIN EN ISO 17892-11: Laborversuche an Bodenproben – Teil 11: Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit, 2019-05
- [T34] DIN EN ISO 17892-12: Laborversuche an Bodenproben – Teil 12: Bestimmung der Fließ- Ausrollgrenzen - Teil 12, 2018-10
- [T35] DIN EN 17685-1: Chemische Prüfverfahren - Bestimmung des Glühverlustes, 2023/04
- [T36] DIN 18129: Baugrund, Untersuchung von Bodenproben – Kalkgehaltsbestimmung, 11/2007

- [T37] TP BF-StB, Teil B 8.3 – Technische Prüfvorschriften für Boden und Fels im Straßenbau, Teil B.3: Dynamischer Plattendruckversuch mit dem leichten Fallgewichtsgesetz, 2012
- [T38] DIN 18300: Erdarbeiten, Beuth Verlag GmbH, 09/2019
- [T39] DIN 18301: Bohrarbeiten, Beuth Verlag GmbH, 09/2019
- [T40] DIN 18304: Ramm-, Rüttel-, Pressarbeiten, Beuth Verlag GmbH, 09/2019
- [T41] DIN 18311: Nassbaggerarbeiten, Beuth Verlag GmbH, 09/2019
- [T42] DWA-A 904-1 – Richtlinie für ländlichen Wegebau – Teil 1: Anlage und Dimensionierung ländlicher Wege, 2016-08, Fassung 2018
- [T43] DWA-A 138 – Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Fassung 2005
- [T44] EAU 2012 – Empfehlung des Arbeitskreises „Ufereinfassungen“, 11. Auflage, 2012, Fassung 2005
- [T45] Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen – RstO 12, Ausgabe 2012
- [T46] BAWMerkblatt: Merkblatt Materialtransport im Boden (MMB), Bundesanstalt für Wasserbau, 2014
- [T47] BAWMerkblatt: Merkblatt Anwendung von Kornfiltern an Bundeswasserstraßen (MAK), Bundesanstalt für Wasserbau, 2013
- [T48] ZTV-W 205: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen für Erdarbeiten – Wasserbau – Leistungsbereich 205, 2015
- [T49] DIN 19731: Bodenbeschaffenheit – Verwertung von Bodenmaterial und Baggergut, 2023-10
- [T50] DIN 4150-3: Erschütterung im Bauwesen – Teil 3: Einwirkung auf bauliche Anlagen, 2016-12
- [T51] EA-Pfähle – Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“, 2. Auflage, 2012
- [T52] DIN EN 1536: Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Bohrpfähle, 2010-12
- [T53] DIN SPEC 181410: Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 1536:2010-12, 2012-12

#### Websites (W1 ... W<sub>N</sub>)/ Datengrundlagen

- [W1] BASt (2023): Frostzonenkarte (Kartendienst der Bundesanstalt für Straßenwesen Ausgabe 2012)
- [W2] GFZ Potsdam (2023): [https://www.gfz-potsdam.de/din4149\\_erdbebenzonenabfrage](https://www.gfz-potsdam.de/din4149_erdbebenzonenabfrage) (Erdbebengefährdung und dynamische Risiken Daten, Produkte, Dienste DIN EN 1998-1/NA:2011-01 Erdbebenzonenkarte, Helmholtzzentrum Potsdam)
- [W3] <https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/ida> (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie)

## 1 Projektbeschreibung

Im Projekt „Lebendige Luppe – Attraktive Auenlandschaft als Leipziger Lebensader“ wurde für die Bauabschnitte 1-3 eine Baugrundhauptuntersuchung für die Gewerke Bauwerke und Strecke durchgeführt (/5/ und /6/). Zur Klärung des Schichtenaufbaus sowie der hydrologischen Verhältnisse im nordwestlichen Bereich des Nahlewehrs, zur Errichtung einer Fischaufstiegsanlage (FAA,) sind zusätzliche Untersuchungen notwendig, mit denen die GGL GmbH mit dem Nachtragsvertrag /1/ beauftragt wurde.

## 2 Aufgabenstellung und Leistungsumfang

Die GGL Geophysik und Geotechnik Leipzig GmbH (GGL) wurde von der Stadt Leipzig, Amt für Stadtgrün und Gewässer beauftragt, ergänzende geotechnische und analytische Untersuchungen zur Erkundung der Baugrundsituation sowie der geologischen und hydraulischen Verhältnisse als Baugrunduntersuchung zur Grundlage für eine Variantenfindung durchzuführen.

Gegenstand der ausgeschriebenen Leistungen 2023 sind die Erkundung mit den Schwerpunkten:

- Geologie im Bereich der geplanten FAA
- Ermittlung und Anpassung von Bodenparametern und hydraulischen Parametern
- Beurteilung des Schwankungsbereiches des Grundwasserspiegels
- Angabe von Homogenbereichen
- Empfehlungen zur Gründung von FAA und Brückenbauwerk
- Wasserhaltungsmaßnahmen
- Eignung der Aushubmaterialien für den Wiedereinbau

Folgender Leistungsumfang wurde im Einzelnen durch den Planer (C&E Consulting und Engineering GmbH) in Anlehnung an die Aufgabenstellung /2/ abgestimmt und in 2023 durchgeführt:

### 1. Aufschlussleistungen

*Rammkernsondierungen (RKS):*

- 3 RKS bis ca. 7,00 m Tiefe

*Schwere Rammsondierungen (DPH):*

- 3 DPH bis ca. 7,00 m Tiefe

### 2. Proben- und Bohrkernentnahmen für bodenmechanische/ analytische Laboruntersuchungen

*bodenmechanische Laborversuche:*

- Kornverteilungsanalysen, Naßsiegung – 4 Stck.
- Kornverteilungsanalysen, Sieb- und Schlämmanalyse – 3 Stck.
- Konsistenzgrenzenbestimmung – 3 Stck.
- Wassergehaltsbestimmung – 3 Stck.
- Glühverlustbestimmung – 6 Stck.

*analytische Laborversuche:*

- LAGA Tab.II.1.2-1 – 3 Stck.
- LAGA Tab.II.1.4-1 – 1 Stck.
- DepV – 1 Stck.
- Vorsorgewerte BBodSchV – 3 Stck.
- EBV-A1, Tab. 3, Spalte 3-5 – 3 Stck.
- EBV-A1, Tab. 3, Spalte 6 – 3 Stck.
- Boden/ Baggergut, zusätzl. Materialwerte – 3 Stck.
- Betonaggressivität von Wasser – 1 Stck.
- Stahlkorrosivität von Wasser – 1 Stck.

3. Geotechnischer Bericht:

- Feststellung der Bodenschichten, Lagerungsdichte
- Angabe Bodenkennwerte der angetroffenen Schichten für erdstatische und geohydraulische Berechnungen
- Beurteilung der Feldversuche
- Auswertung der Untersuchungsergebnisse (2023) und Beantwortung der anstehenden geotechnischen Fragestellungen im Untersuchungsbericht

### 3 Allgemeine Angaben zur vorliegenden Situation

#### 3.1 Topographische und örtliche Gegebenheiten

Das Untersuchungsgebiet (UG) liegt im Stadtgebiet Leipzig (Stadtteil: Zentrum Nord-West), ausgehend des Elsterbeckens (Flussgabelung Neue Luppe/ Nahle), ca. 300 m in nordwestlicher Richtung, im Bereich nördlich des Nahlewehrs.

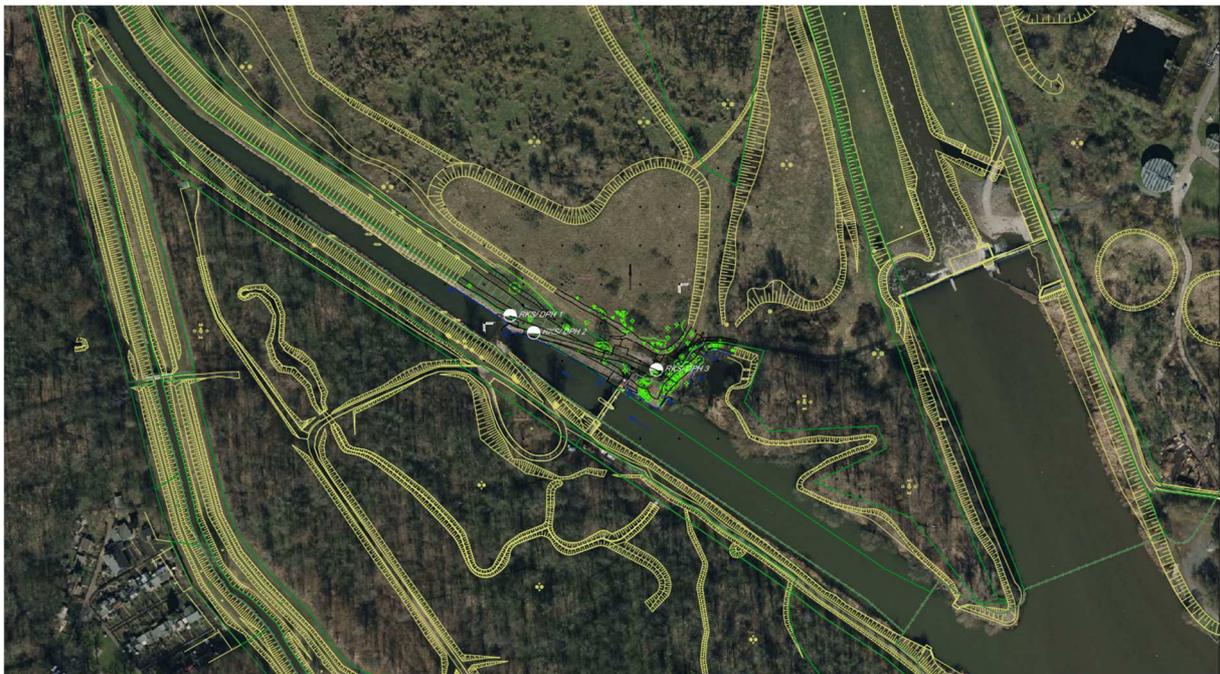


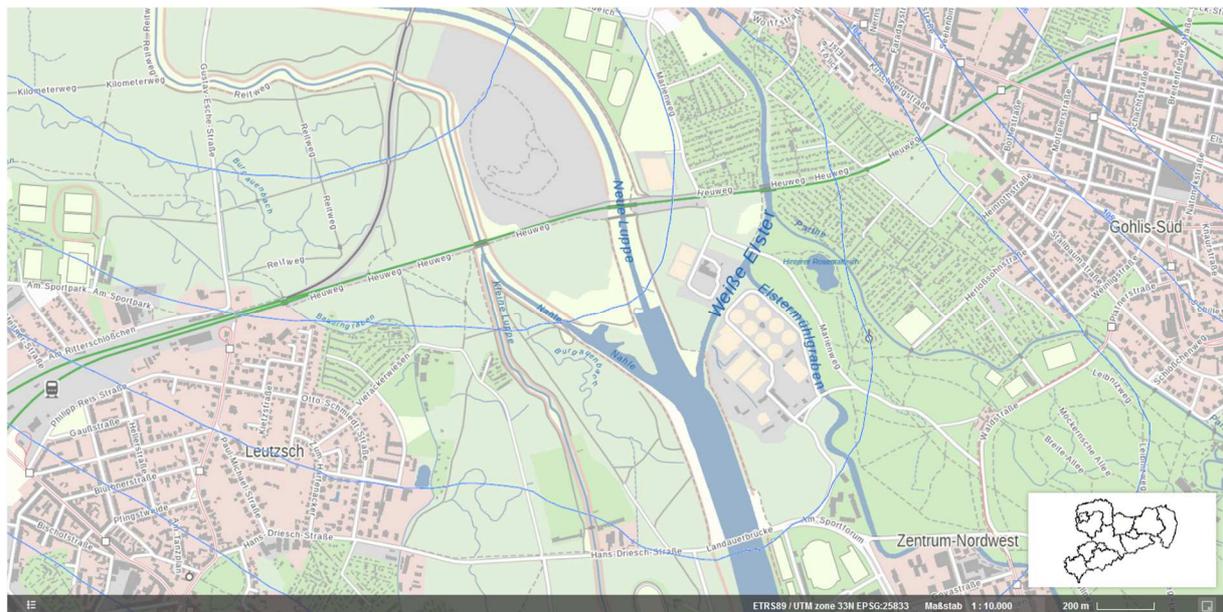
Abbildung 1: Übersicht über das Untersuchungsgebiet [Kartenbild: AUTOCAD, ©2024 Microsoft©2023 Maxar ©CNES (2023) Distribution Airbus DS]

### 3.2 Geologische und hydrogeologische Situation im Bereich des Absperrdammes

Regionalgeologisch sind im vorliegenden UG die gleichen Standortverhältnisse wie in /5/ und /6/ beschrieben zu erwarten. Dementsprechend sind vom Hangenden zum Liegenden mit holozänen Auelehmen über Sanden und Kiesen des Holozäns und der Weichselkaltzeit über Sanden und Tonen des Miozäns bzw. des Oligozäns zu rechnen.

Entsprechend den vom Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Sachsen zur Verfügung gestellten Grundwasserdaten (Abbildung 2) ist unter ungünstigsten hydrologischen Bedingungen bzw. je nach Niederschlagsintensität mit oberflächennahem Grundwasseranschnitt ab etwa 102,00 m NHN<sub>16</sub>. Damit muss entsprechend der jeweiligen Geländehöhen bereits mit Wasserständen von kleiner als 1,00 m unter Gelände gerechnet werden. Die Strömung verläuft von Südost nach Nordwest. Die Sande und Kiese des Quartärs bilden den obersten Grundwasserleiter. In Abhängigkeit der umliegenden Gewässer sowie von der Mächtigkeit des über den wasserführenden, grobkörnigen Böden anstehenden Auelehms ist bereichsweise von gespannten Grundwasserverhältnissen auszugehen

Abbildung 2: Grundwasserdynamik (@2024 Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie mit den Trassenverläufen im Untersuchungsgebiet dargestellt als diverse Linien.



Auf Grundlage der erdbebengerechten Baunorm DIN EN 1998-1/NA:2011-01 [W2] ist das Untersuchungsgebiet der Erdbebenzone 0, der Untergrundklasse T zuzuordnen.

## 4 Durchführung der Aufschlussarbeiten und Laboruntersuchungen

### 4.1 Geotechnische Untersuchungen

#### 4.1.1 Rammkernsondierungen (RKS)

Um Aussagen zur Baugrundsichtung in Art und Dimension im Untersuchungsbereich treffen zu können, wurden 3 Rammkernsondierungen mit einem Durchmesser von 36-60 mm abgeteuft. Es wurden dabei Rammkernsondierungen (RKS) gemäß DIN EN ISO 22475-1 [T18] bis ca. 7,00 m Tiefe ausgeführt. Die Lage der Rammkernsondierungen und die Dokumentation der Bohrerergebnisse enthalten die Anlagen 2 und 4.

Angaben zu ihrer Lage und Höhe sind ebenfalls der Tabelle 2, Kap. 5.1 zu entnehmen.

#### 4.1.2 Schwere Rammsondierungen (DPH)

Um Angaben zur Lagerungsdichte nichtbindiger Böden und zur Festigkeit bzw. Konsistenz der bindigen Böden zu erhalten, wurde an 3 ausgewählten Rammkernsondierungen jeweils eine Sondierung mit der Schweren Rammsonde (DPH) nach DIN EN ISO 22476-2 [T19] bis 7,00 m Tiefe ausgeführt. Die Lage der Schweren Rammsondierungen und die Dokumentation der Bohrerergebnisse enthalten die Anlagen 2, 3 und 4.

Angaben zu ihrer Lage und Höhe sind ebenfalls der Tabelle 2, Kap. 5.1 zu entnehmen.

### 4.2 Laboruntersuchungen

#### 4.2.1 Bodenphysikalische Laboruntersuchungen

Ziel der bodenphysikalischen Untersuchungen ist die Beschreibung der beprobten Erdstoffe nach DIN EN ISO 14688 [T20] und DIN 18196 [T23].

Die dafür notwendigen Kennwerte

Kornverteilung mit Ungleichförmigkeitszahl

Konsistenz, Plastizität, Wassergehalt

Wasserdurchlässigkeitsbeiwert

Glühversuch

wurden auf der Grundlage des Angebotes an insgesamt 8 durch den Baugrundgutachter ausgewählten Proben (teilweise Mischproben) bestimmt.

Dabei wurde besonderer Wert auf die Auswahl repräsentativer Proben gelegt, um aussagekräftige Laborergebnisse und damit gesicherte Bodenkennwerte zu erhalten.

Alle Ergebnisse der bodenphysikalischen Laboruntersuchungen sind in der Anlage 5 zusammenfassend dokumentiert, die wesentlichen Kennzahlen wurden in Tabelle 3, Kap. 5.2.1, zusammengestellt. Ort und Entnahmetiefe der Proben gehen aus der Anlage 2, Anlage 3 sowie Anlage 4 hervor.

#### 4.2.2 Analytische Laboruntersuchungen

Ziel der analytischen Untersuchungen ist zum einen die Klassifizierung des Grund- und Oberflächenwassers hinsichtlich seiner Betonaggressivität und Stahlkorrosivität und zum anderen den beprobten Ausbaumaterialien (einheitliche Schichten – nach olfaktorischer und bodenmechanischer Ansprache) je nach Ergebnis der Abfallrechtlichen Untersuchungen einen möglichen Verwendungs- bzw. Verwertungszweck zuzuordnen zu können.

Die dafür notwendigen Kennwerte

- Bestimmung TR LAGA und der Deponieklasse nach Anhang 3/4 Deponieverordnung, DK I-III,
- Untersuchung gemäß Vorsorgewerten für Metalle und organische Inhaltsstoffe im Unterboden nach Anlage 1, Tabellen 1 und 2, BBodSchV, zzgl. TOC und pH-Wert, Materialien für das Auf- oder Einbringen unter/ oder außerhalb einer durchwurzelbaren Bodenschicht (Tab.4) zzgl./ abzgl. Sulfat
- Untersuchung Böden gemäß Ersatzbaustoffverordnung (07-2021) Anlage 1 Tab. 3: BM/BG-0 BM/BG-0\*, BM/BG-F0\*bis F3 mit <10% Fremdbestandteilen,
- Untersuchung Böden mit Fremdstoffanteilen bis 50 % gemäß Ersatzbaustoffverordnung (07-2021) Anlage 1 Tab. 3: BM/BG-F0\*bis F3,
- Bestimmung der Betonaggressivität und Stahlkorrosivität von Wasser nach DIN 4030 / DIN 50929,

wurden auf der Grundlage des Angebotes an insgesamt 18 ausgewählten Proben (teilweise Mischproben) bestimmt.

*Tabelle 1: Probenzusammenstellung der Untersuchungen nach LAGA, EBV, BBodSchV, DepV sowie auf Betonaggressivität und Stahlkorrosivität von Wasser*

Nr.	Aufschluss	Probe	Tiefe [m]	Ansprache	Untersuchung
Betonaggressivität und Stahlkorrosivität von Wasser					
1	RKS 02	1	~ 0,80	Wasser	Beton/ Stahl
BBodSchV					
2	RKS 1	1	0,00-0,65	A[OU/ Schotter]	BBodSchV
3	RKS 2	1	0,00-0,15	A[OU/ Schotter]	BBodSchV
4	RKS 3	1	0,00-0,15	A[OU/ Schotter]	BBodSchV
5	RKS 1	3	1,60-2,60	A[UM]	BBodSchV
6	RKS 2	3	0,80-1,20	A[UM]	BBodSchV
7	RKS 3	3/4	2,30-5,00	UM	BBodSchV
Ersatzbaustoffverordnung Boden/ Bauschutt - EBV					
8	RKS 1	2	0,65-1,60	A[OU/SU*/Ziegel]	EBV-A1-Tab.3/3-5 + < 2mm
9	RKS 2	2	0,15-0,80	A[GI/Schotter]	EBV-A1-Tab.3/6
10	RKS 3	2	0,20-1,60	A[UM/Schotter]	EBV-A1-Tab.3/6
11	RKS 1	3	1,60-2,60	A[UM]	EBV-A1-Tab.3/3-5 + < 2mm
12	RKS 2	3	0,80-1,20	A[UM]	EBV-A1-Tab.3/3-5
13	RKS 3	3/4	2,30-5,00	UM	EBV-A1-Tab.3/3-5 + < 2mm
LAGA Boden/ Bauschutt - DepV					
14	RKS 1	2	0,65-1,60	A[GU/GU*{Ziegel}]	TabII.1.4-1
15	RKS 1	3	1,60-2,60	OU	TabII.1.2-1
16	RKS 2	3	0,80-1,20	A[UM]	TabII.1.2-1
17	RKS 3	3/4	2,30-5,00	UM	TabII.1.2-1
18	RKS 1	3	1,60-2,60	A[UM]	DepV

## 5 Ergebnisse

### 5.1 Vermessungsergebnisse

In der Tabelle 2 sind die Vermessungsdaten der gesamten Untersuchung aus 2023 aufgelistet.

*Tabelle 2: Stationierung, m NHN-Höhen [DHHN2016/ETRS 89/ Z33] der Bohraufschluss- bzw. Sondierpunkte*

Aufschluss	Lage der Bohraufschlusspunkte	Ostwert E-UTM	Nordwert N-UTM	Höhe m NHN <sub>16</sub> GOK
		[m]	[m]	[m]
RKS 1 DPH 1	nördlich Nahlewehr	314241.677	5692929.865	103.298
RKS 2 DPH 2	nördlich Nahlewehr	314256.720	5692918.798	102.042
RKS 3 DPH 3	nördlich Nahlewehr	314335.348	5692894.251	106.518

*Legende zu Tabelle 2:*

- RKS - Rammkernsondierung
- DPH - Schwere Rammsonde

Die Aufschlusspunkte wurden im Rahmen der Aufschlussarbeiten in Bezug auf ihre Lage, Höhe und Koordinaten eingemessen. Die Bearbeitung der Vermessungsdaten erfolgte mit der Software AUTOCAD 2023 der Firma Autodesk, Inc.

## 5.2 Laborergebnisse

### 5.2.1 Ergebnisse der bodenphysikalischen Laboruntersuchungen

Für eine zusammenfassende Bewertung der Bodenschichten werden die durchgeführten Laboruntersuchungen betrachtet. In Tabelle 3 sind die Ergebnisse der bei den Untersuchungen 2023 gewonnenen bodenphysikalischen Laborergebnisse zusammengefasst.

Tabelle 3: Zusammenstellung der Laborergebnisse

Aufschluss	Probe	Teufe [m]	DIN 18196	DIN EN ISO 14688/ 4022	Ton [%]	Schluff [%]	Sand [%]	Kies [%]	W <sub>N</sub> [%]	W <sub>L</sub> [%]	W <sub>P</sub> [%]	I <sub>P</sub> [-]	I <sub>C</sub> [-]	U [-]	V <sub>gl</sub> [%]	V <sub>ca</sub> [%]	φ' [°]	c' [kN/m <sup>2</sup> ]	LCPC [g/t]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	k <sub>f</sub> -Wert [ms <sup>-1</sup> ]
RKS 1	2	0,65-1,60	A[OU/SU*/Schotter]	U,s*,g,t'	6	43	36	15	68	-	-	-	-	64	18	-	-	-	-	-	2,7E-07
RKS 2	2	0,15-0,80	A[Gl/Ziegel]	gG,mg,s',fg'	-	3	10	87	3	-	-	-	-	35	1	-	-	-	-	-	5,0E-03
RKS 1 RKS 2	3 3	1,60-2,60 0,80-1,20	A[UM]	U,t,s,g	23	41	20	16	25	35	24	11	0,85	-	4	-	-	-	-	-	1,1E-09
RKS 1	4	2,60-3,10	OT	U,s*,t	17	49	32	2	59	70	48	22	0,49	-	12	-	-	-	-	-	6,1E-09
RKS 1 RKS 2	6 6	3,80-7,00 1,90-5,00	GU	G,s,u'	-	5	25	70	-	-	-	-	-	38	-	-	-	-	-	-	1,1E-03
RKS 2	5	1,70-1,90	SU*	S,u,g',t'	8	23	57	12	-	-	-	-	-	83	-	-	-	-	-	-	5,0E-07
RKS 3	3	1,80-2,30	OU/UM	U,t*,s'	-	-	-	-	23	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-
RKS 3	4 5	2,30-3,40 3,40-5,00	UM	U,t,fs'	29	59	12	-	25	45	29	16	1,30	-	4	-	-	-	-	-	-

Legende zu Tabelle 3:

W <sub>N</sub>	- natürlicher Wassergehalt	φ'	- effektiver Reibungswinkel (drainiert)
W <sub>L</sub>	- Fließgrenze	I <sub>C</sub>	- Konsistenzindex
W <sub>P</sub>	- Plastizitätsgrenze	I <sub>P</sub>	- Plastizitätszahl
k <sub>f</sub> -Wert	- Wasserdurchlässigkeitsbeiwert. aus Kornverteilungskurve	E <sub>s</sub>	- Steifemodul σ <sub>2</sub> bei Erstbelastung von 200 kN/m <sup>2</sup>
k <sub>f</sub> -Wert *	- Wasserdurchlässigkeitsbeiwert. nach DIN EN ISO 17892-11	U	- Ungleichförmigkeitszahl
c'	- effektive Kohäsion (drainiert)	LCPC	- Abrasivitätskoeffizient

## 5.2.2 Kornverteilung und Plastizität

Auf Grundlage der durchgeführten petrophysikalischen Laboruntersuchungen wurden die nachfolgend in den Abbildungen 3 bis 8 dargestellten Kornverteilungskurven und -bänder erstellt. Die Darstellungen erfolgen entsprechend der vorgefundenen Baugrundsichtung differenziert.

In den Abbildungen 3 und 4 sind die Kornverteilungskurven bzw. -bänder der Auffüllungen sowie in den Abbildungen 5 bis 7 die unterschiedlichen Variationen des Auelehms dargestellt. In der Abbildung 8 wird die Kornverteilungskurve der quartären Kiessande wiedergegeben. Die Verteilung der verschiedenen feinkörnigen Varianten von Bodentypen im Plastizitätsdiagramm nach CASAGRANDE ( $W_L$ - $I_p$ -Diagramm) zeigt die Abbildung 9.

Abbildung 3: Kornverteilungskurve der grobkörnigen Auffüllung

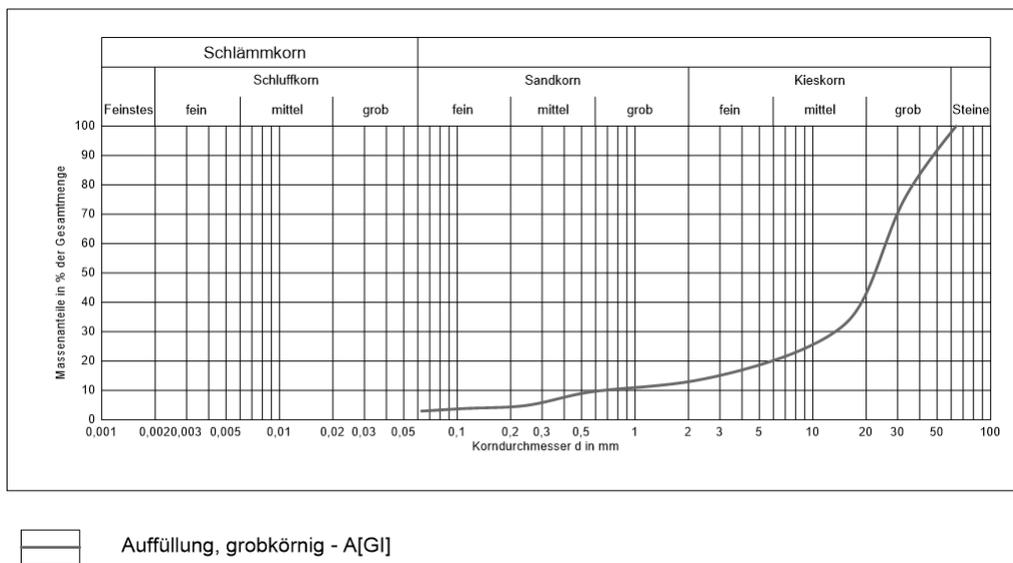


Abbildung 4: Kornverteilungsband für die feinkörnige, organische Auffüllung

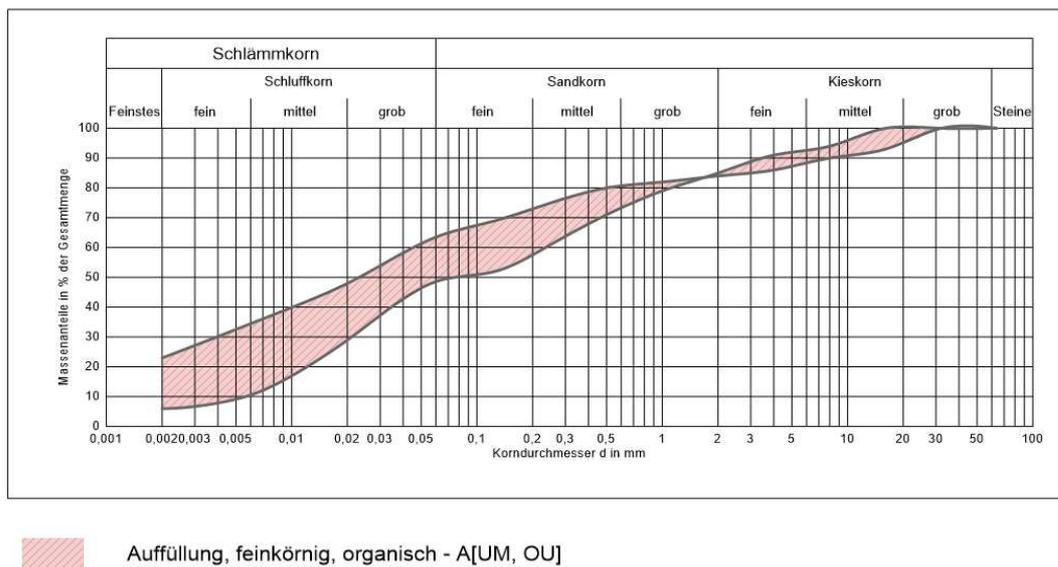
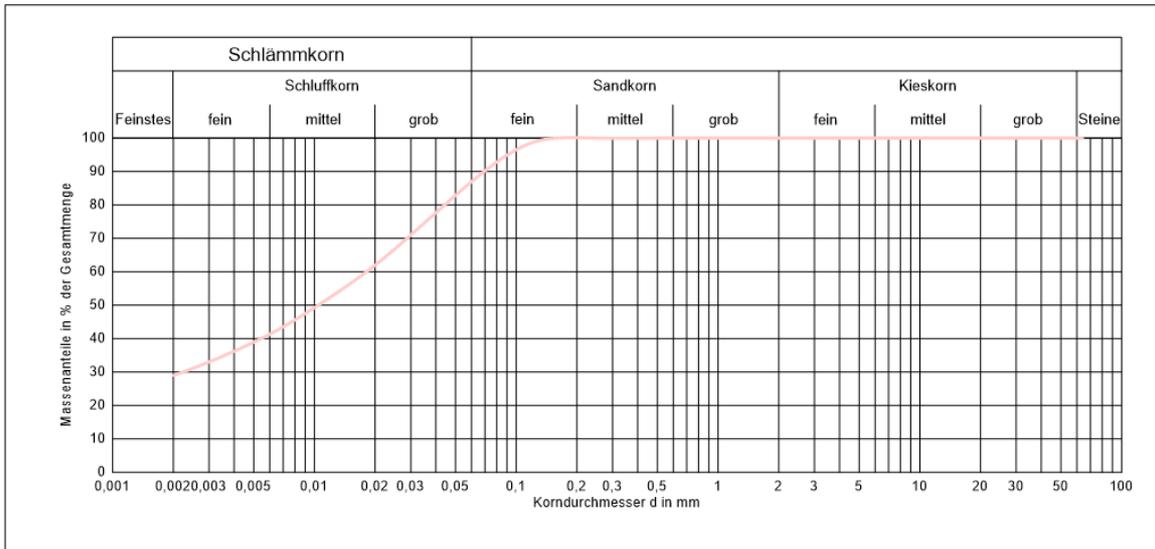
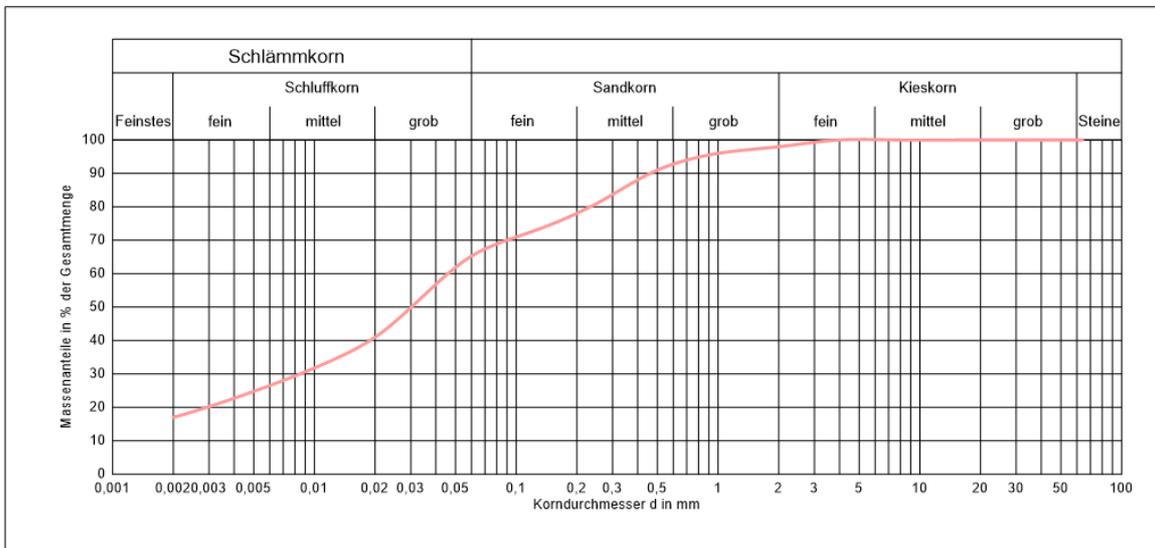


Abbildung 5: Kornverteilungskurve für den mittelplastischen Auelehm



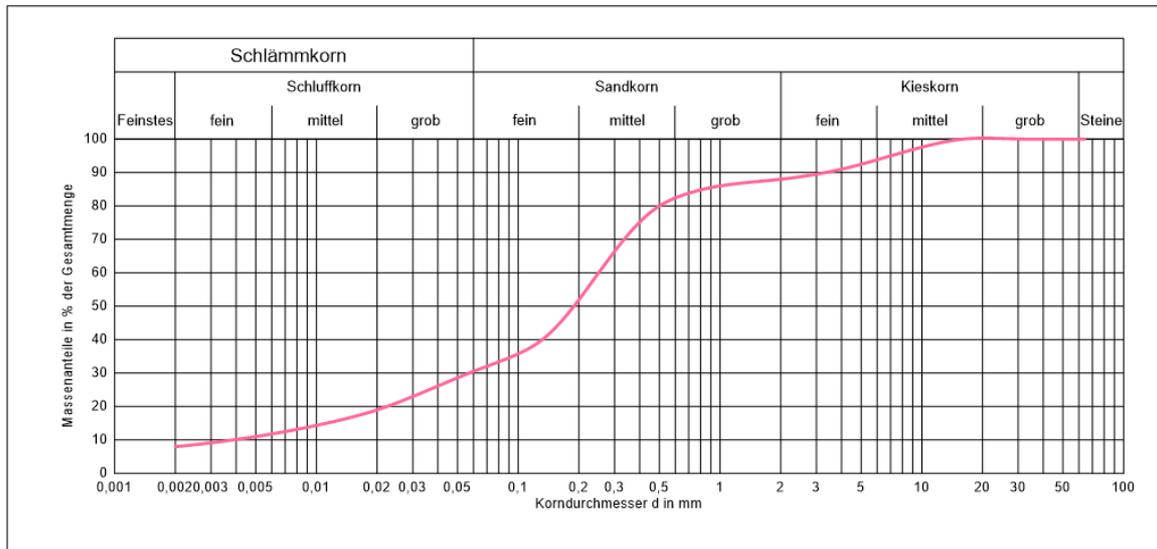
Auelehm, feinkörnig, mittelplastisch (UM)

Abbildung 6: Kornverteilungskurve für den ausgeprägt plastischen, organisch Auelehm



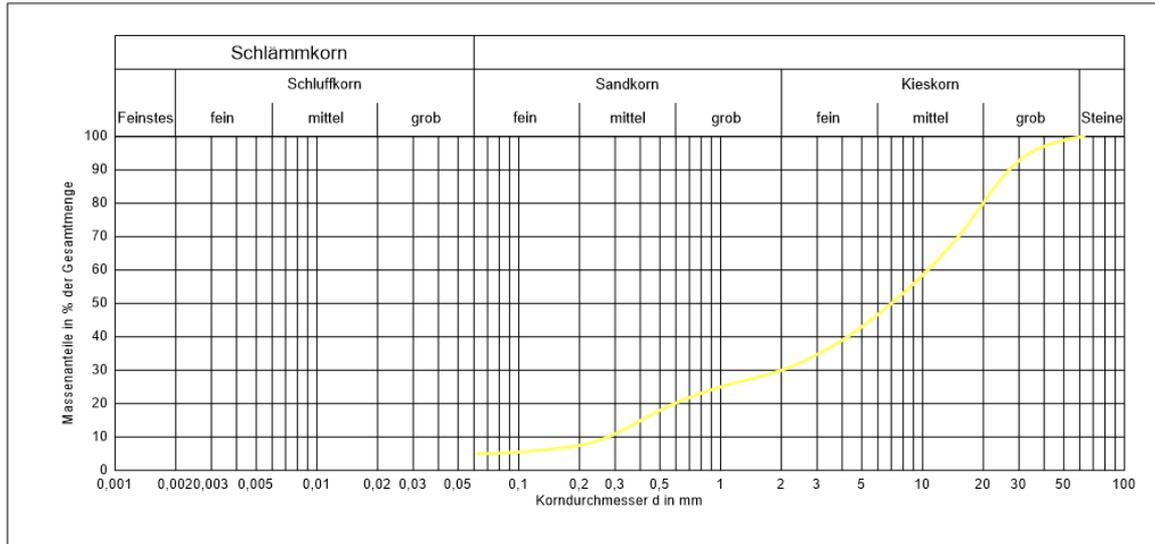
Auelehm - feinkörnig, ausgeprägt plastisch, organisch (OT)

Abbildung 7: Kornverteilungskurve für den gemischtkörnigen Auelehm



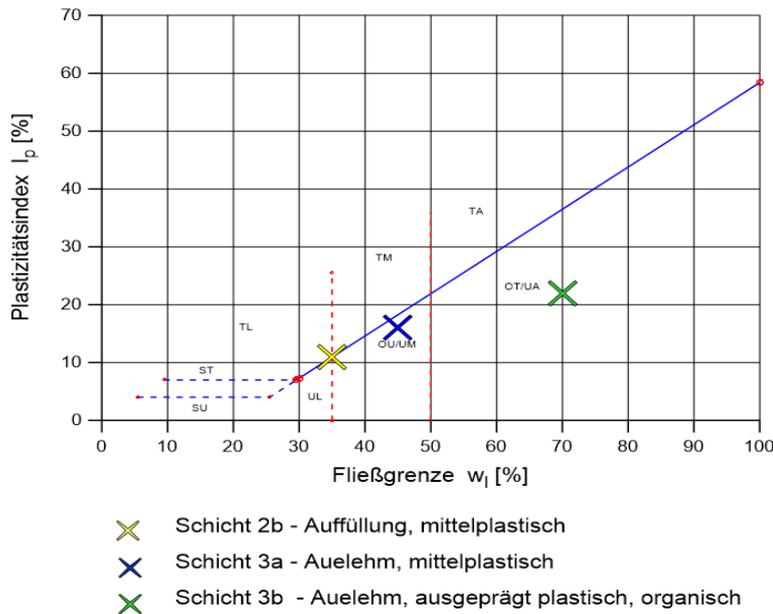
Auelehm - gemischtkörnig (SU\*/ST\*)

Abbildung 8: Kornverteilungskurve für die grobkörnigen Flussschotter



Holozäne bis Weichselkaltzeitliche Kiese - (GU)

Abbildung 9: Plastizitätsdiagramm nach Casagrande für die feinkörnigen Böden/ Materialien



### 5.2.3 Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte

Die Berechnung der Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte ( $k_f$ -Werte) erfolgte anhand der aus den Kornverteilungskurven abgelesenen  $d_{10}$ -,  $d_{20}$ - und  $d_{60}$  Werte nach Formeln von BEYER bzw. MALLET/PACQUANT. Nach DIN 18130, Teil 1 – Tabelle 1 kann gemäß DIN EN 1997-2 eine Klassifizierung der Sedimente bezüglich der Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte vorgenommen werden.

Den einzelnen Lockergesteinsarten im Untersuchungsbereich können dabei verschiedene Bereiche der  $k_f$ -Werte, wie in nachfolgender Tabelle aufgeführt, zugeordnet werden:

Tabelle 4: Bereiche der Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte für Bodengruppen

Bodengruppe [DIN 18196]	$k_f$ -Wertebereich [m/s] Kornverteilung	$k_f$ -Wertebereich [m/s] Baugrundmodell	Klassifizierung
Auffüllung (2a), A [Gl/Ziegel]	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$10^{-2} \dots 10^{-5}$	stark durchlässig bis durchlässig
Auffüllung (2b), feinkörnig A[UM]	$1,1 \cdot 10^{-9}$	$10^{-8} \dots 10^{-10}$	schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig
Auehm (3a), mittelplastisch (UM)	$< 1,0 \cdot 10^{-9}$	$10^{-9} \dots 10^{-11}$	sehr schwach durchlässig
Auehm (3b), ausgeprägt plastisch, organisch (OT)	$6,1 \cdot 10^{-9}$	$10^{-8} \dots 10^{-10}$	schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig
Auehm (3c), gemischtkörnig (SU*)	$5,0 \cdot 10^{-7}$	$10^{-6} \dots 10^{-8}$	schwach durchlässig
Sande und Kiese (5), grobkörnig - gemischtkörnig (GU)	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$10^{-2} \dots 10^{-5}$	stark durchlässig bis durchlässig

## 5.2.4 Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen

### 5.2.4.1 Untersuchungen nach Ersatzbaustoffverordnung, LAGA Boden/ Bauschutt und Deponieverordnung

Folgende Aussagen können nach den Untersuchungen gemäß Ersatzbaustoffverordnung (EBV), LAGA Boden/ Bauschutt und Deponieverordnung für die ungebundenen Auffüllungen sowie die natürlichen grobkörnigen bis feinkörnigen Böden getroffen werden. Die Zusammensetzung der untersuchten Proben ist der Tabelle 1 zu entnehmen, die Ergebnisse sind in Tabelle 5 dargestellt. Die Analyseergebnisse der chemischen Untersuchungen nach ErsatzbaustoffV, LAGA Boden/ Bauschutt und DepV sind in der Anlage 6 dokumentiert.

#### Tabelle 1: Probe Nr. 8: RKS 1 Probe 2

#### EBV Anlage 1, Tabelle 3 + 4 (ohne Gleisschotter, Bodenmaterial und Baggergut)

##### EBV Feststoffuntersuchung

- Bei den Untersuchungen im Feststoff wurden erhöhte Konzentrationen bei den folgenden Parametern bestimmt, aus denen sich die folgende abfallrechtliche Zuordnung ergibt:

Arsen:	(77 mg/kg $\triangleq$ BM-F3/BG-F3)
Blei:	(410 mg/kg $\triangleq$ BM-F3/BG-F3)
Cadmium:	(2,6 mg/kg $\triangleq$ BM-F3/BG-F3)
Kupfer:	(450 mg/kg $\triangleq$ > BM-F3/BG-F3)
Zink:	(1100 mg/kg $\triangleq$ BM-F3/BG-F3)
TOC:	(5,8 M% $\triangleq$ > BM-F3/BG-F3)
PAK <sub>16</sub> :	(14,121 mg/kg $\triangleq$ BM-F3/BG-F3)

##### EBV Eluatuntersuchung

- Bei den Untersuchungen im Eluat wurden erhöhte Konzentrationen bei den folgenden Parametern bestimmt, aus denen sich die folgende abfallrechtliche Zuordnung ergibt:

MKW:	(900 $\mu$ g/l $\triangleq$ > BM-F3/BG-F3)
Sonst. Herbizide:	(0,31 $\mu$ g/l $\triangleq$ BM-F1/BG-F1)
Hexachlorbenzol:	(0,58 $\mu$ g/l $\triangleq$ > BM-F3/BG-F3)

*Aufgrund der erhöhten Kennwerte vom TOC und Kupfer im Feststoff sowie der MKW und Hexachlorbenzolgehalte im Eluat ergibt sich für die Auffüllung im Bereich der geplanten Fisch-aufstiegsanlage ein Zuordnungswert gemäß EBV der Materialklasse > BM-F3. Eine Deponierung des Materials wird erforderlich. Die Verwertung auf einer Deponie unterliegt den Regelungen der Deponieverordnung (DepV).*

#### Tabelle 1: Probe Nr. 9: RKS 2 Probe 2

#### EBV Anlage 1, Tabelle 3 (ohne Gleisschotter, Bodenmaterial und Baggergut)

##### EBV Eluatuntersuchung

- Bei den Untersuchungen im Eluat wurden erhöhte Konzentrationen bei dem folgenden Parameter bestimmt, aus denen sich die folgende abfallrechtliche Zuordnung ergibt:

Arsen:	(9,6 $\mu$ g/l $\triangleq$ BM-F1/BG-F1)
--------	--

*Aufgrund des erhöhten Arsengehaltes im Eluat ergibt sich für die grobkörnige Auffüllung im Bereich der RKS 2 ein Zuordnungswert gemäß EBV der Materialklasse BM-F1/BG-F1.*

Demnach kann das Material entsprechend der Tabelle 6, Anlage 2 (Bodenmaterial und Baggergut der Klasse F1, BM-F1/BG-F1) der EBV eingesetzt werden.

Tabelle 1: Probe Nr. 10: RKS 3 Probe 2

EBV Anlage 1, Tabelle 3 (ohne Gleisschotter, Bodenmaterial und Baggergut)

- keine Überschreitungen der Parameter der Materialklasse BM-F0\*/BG-F0\*

Für das anthropogene Bodenmaterial im Bereich der RKS 3 wurden keine Überschreitungen der Materialklasse BM-F0\*/BG-F0\* festgestellt. Demnach kann das Material entsprechend der Tabelle 5, Anlage 2 (Bodenmaterial und Baggergut der Klasse F0\*, BM-F0\*/BG-F0\*) der EBV eingesetzt werden.

Tabelle 1: Probe Nr. 11: RKS 1 Probe 3

EBV Anlage 1, Tabelle 3 + 4 (ohne Gleisschotter, Bodenmaterial und Baggergut)

EBV Feststoffuntersuchung

- Bei den Untersuchungen im Feststoff wurden erhöhte Konzentrationen bei den folgenden Parametern bestimmt, aus denen sich die folgende abfallrechtliche Zuordnung ergibt:

Blei:	(1700 mg/kg $\hat{=}$ > BM-F3/BG-F3)
Kupfer:	(200 mg/kg $\hat{=}$ BM-F3/BG-F3)
Quecksilber:	(2,2 mg/kg $\hat{=}$ BM-F3/BG-F3)
Zink:	(600 mg/kg $\hat{=}$ BM-F3/BG-F3)
TOC:	(6,1 M% $\hat{=}$ > BM-F3/BG-F3)
PAK <sub>16</sub> :	(6,886 mg/kg $\hat{=}$ BM-F2/BG-F2)
Cyanide:	(3,1 mg/kg $\hat{=}$ BM-F3/BG-F3)

EBV Eluatuntersuchung

- Bei den Untersuchungen im Eluat wurden erhöhte Konzentrationen bei den folgenden Parametern bestimmt, aus denen sich die folgende abfallrechtliche Zuordnung ergibt:

Sulfat:	(1600 mg/l $\hat{=}$ > BM-F3/BG-F3)
MKW:	(1500 µg/l $\hat{=}$ > BM-F3/BG-F3)
Hexachlorbenzol:	(0,51 µg/l $\hat{=}$ > BM-F3/BG-F3)

Aufgrund der erhöhten Kennwerte vom TOC und Blei im Feststoff sowie der MKW, Sulfat und Hexachlorbenzolgehalte im Eluat ergibt sich für die Auffüllung im Bereich der geplanten Fisch-aufstiegsanlage ein Zuordnungswert gemäß EBV der Materialklasse > BM-F3. Eine Deponierung des Materials wird erforderlich. Die Verwertung auf einer Deponie unterliegt den Regelungen der Deponieverordnung (DepV).

Tabelle 1: Probe Nr. 12: RKS 2 Probe 3

EBV Anlage 1, Tabelle 3 (ohne Gleisschotter, Bodenmaterial und Baggergut)

- keine Überschreitungen der Parameter der Materialklasse BM-F0\*/BG-F0\*

Für das anthropogene Bodenmaterial im Bereich der RKS 3 wurden keine Überschreitungen der Materialklasse BM-F0\*/BG-F0\* festgestellt. Demnach kann das Material entsprechend der

*Tabelle 5, Anlage 2 (Bodenmaterial und Baggergut der Klasse F0\*, BM-F0\*/BG-F0\*) der EBV eingesetzt werden.*

Tabelle 1: Probe Nr. 13: RKS 3 Probe 3 und 4

EBV Anlage 1, Tabelle 3 + 4 (ohne Gleisschotter, Bodenmaterial und Baggergut)

EBV Feststoffuntersuchung

- Bei den Untersuchungen im Feststoff wurden erhöhte Konzentrationen bei den folgenden Parametern bestimmt, aus denen sich die folgende abfallrechtliche Zuordnung ergibt:

Quecksilber:	(0,73 mg/kg $\triangleq$ BM-F3/BG-F3)
Zink:	(320 mg/kg $\triangleq$ BM-F3/BG-F3)
Cyanide:	(3,4 mg/kg $\triangleq$ BM-F3/BG-F3)

EBV Eluatuntersuchung

- Bei den Untersuchungen im Eluat wurden erhöhte Konzentrationen bei den folgenden Parametern bestimmt, aus denen sich die folgende abfallrechtliche Zuordnung ergibt:

Sulfat:	(540 mg/l $\triangleq$ BM-F3/BG-F3)
MKW:	(2400 $\mu$ g/l $\triangleq$ > BM-F3/BG-F3)
Hexachlorbenzol:	(0,40 $\mu$ g/l $\triangleq$ > BM-F3/BG-F3)

*Aufgrund der erhöhten Kennwerte von MKW und Hexachlorbenzol im Eluat ergibt sich für die Auffüllung im Bereich der geplanten Fischaufstiegsanlage ein Zuordnungswert gemäß EBV der Materialklasse > BM-F3. Eine Deponierung des Materials wird erforderlich. Die Verwertung auf einer Deponie unterliegt den Regelungen der Deponieverordnung (DepV).*

Tabelle 1: Nr. 14: RKS 1 - Probe 2

LAGA TR (Feststoffuntersuchung)

- Bei den Untersuchungen im Feststoff wurden erhöhte Konzentrationen bei folgenden Parametern bestimmt, aus denen sich die folgende abfallrechtliche Zuordnung ergibt:

Arsen:	(66 mg/kg $\triangleq$ LAGA Bauschutt Z2)
Blei:	(330 mg/kg $\triangleq$ LAGA Bauschutt Z2)
Cadmium:	(2,9 mg/kg $\triangleq$ LAGA Bauschutt Z1.2)
Chrom:	(120 mg/kg $\triangleq$ LAGA Bauschutt Z1.2)
Kupfer:	(410 mg/kg $\triangleq$ LAGA Bauschutt Z2)
Nickel:	(71 mg/kg $\triangleq$ LAGA Bauschutt Z1.1)
Quecksilber:	(2,4 mg/kg $\triangleq$ LAGA Bauschutt Z1.2)
Zink:	(950 mg/kg $\triangleq$ LAGA Bauschutt Z2)
Kohlenwasserstoffe:	(270 mg/kg $\triangleq$ LAGA Bauschutt Z1.1)
PAK:	(14,120 mg/kg $\triangleq$ LAGA Bauschutt Z1.2)

LAGA TR (Eluatuntersuchung)

- Bei den Untersuchungen im Eluat wurden erhöhte Konzentrationen bei folgenden Parametern bestimmt, aus denen sich die folgende abfallrechtliche Zuordnung ergibt:

Sulfat:	(110 mg/l $\triangleq$ LAGA Bauschutt Z1.1)
---------	---

*Aufgrund der erhöhten Kennwerte von Arsen, Blei, Kupfer und Zink im Feststoff ergibt sich für das Bauschuttmaterial (Boden/Betonbruch) der Zuordnungswert Z 2. Danach kann es*

(länderspezifisch) eingeschränkt mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen eingebaut werden (Einbauklasse 2).

Tabelle 1: Nr. 15: RKS 1 – Probe 3

LAGA TR (Feststoffuntersuchung)

- Bei den Untersuchungen im Feststoff wurden erhöhte Konzentrationen bei folgenden Parametern bestimmt, aus denen sich die folgende abfallrechtliche Zuordnung ergibt:

Kohlenstoff:	(6,1 % $\triangleq$ LAGA Boden >Z2)
PAK:	(6,886 mg/kg $\triangleq$ LAGA Boden Z2)
Zink:	(600 mg/kg $\triangleq$ LAGA Boden Z2)
Quecksilber:	(2,2 mg/kg $\triangleq$ LAGA Boden Z2)
Kupfer:	(200 mg/kg $\triangleq$ LAGA Boden Z2)
Chrom:	(62 mg/kg $\triangleq$ LAGA Boden Z1)
Cadmium:	(1,1 mg/kg $\triangleq$ LAGA Boden Z1)
Blei:	(1700 mg/kg $\triangleq$ LAGA Boden >Z2)
Arsen:	(21 mg/kg $\triangleq$ LAGA Boden Z1)

LAGA TR (Eluatuntersuchung)

- Bei den Untersuchungen im Eluat wurden erhöhte Konzentrationen bei folgenden Parametern bestimmt, aus denen sich die folgende abfallrechtliche Zuordnung ergibt:

Elektrische Leitfähigkeit:	(1301 $\mu$ S/cm $\triangleq$ LAGA Boden Z1.2)
Sulfat:	(550 mg/l $\triangleq$ LAGA Boden >Z2)

Tabelle 1: Probe Nr. 18: RKS 1 – Probe 3

DepV

gelöster Feststoff:	(1100 mg/l $\triangleq$ DK I)
Glühverlust:	(7,6 M% $\triangleq$ DK III)
TOC, org.:	(6,1 M% $\triangleq$ > DK III)
Sulfat:	(550 mg/l $\triangleq$ DK I)

Aufgrund der erhöhten Kennwerte von Kohlenstoff und Blei im Feststoff sowie des Sulfatgehaltes im Eluat ist eine Einordnung für das Bodenmaterial in die Zuordnungsgruppe Z 2 nicht mehr möglich. Eine Deponierung des Materials wird erforderlich. Die Verwertung auf einer Deponie unterliegt den Regelungen der Deponieverordnung (DepV). Eine Beseitigung von humosem Bodenmaterial auf Deponien kann gemäß DepV unter bestimmten Voraussetzungen im Einzelfall mit Zustimmung der zuständigen Behörde erfolgen. Bei Deponien der Klasse 0 kann dies beispielsweise bis zu einem Gehalt an TOC von max. 6 Masse-% möglich sein (siehe Anhang 3 Nr. 2 Satz 11 d DepV). Die Beseitigung natürlichen Bodenmaterials auf höheren Deponieklassen und damit die Nutzung dieses wertvollen Deponievolumens ist aus umweltfachlicher Sicht nicht sinnvoll.

Der extrem hohe Kohlenstoffanteil unterliegt der Einzelprüfung. Für die Verwertung von Bodenmaterial, das den TOC-Wert > 6% überschreitet, ist in Zweifelsfällen die Wasserbehörde einzuschalten. Die Verwertung von solchem Material ist in Wasserschutzgebieten nicht möglich.

Tabelle 1: Nr. 16: RKS 2 - Probe 3

LAGA TR (Feststoffuntersuchung)

- Bei den Untersuchungen im Feststoff wurden erhöhte Konzentrationen bei dem folgenden Parameter bestimmt, aus denen sich die folgende abfallrechtliche Zuordnung ergibt:

Arsen: (17 mg/kg  $\triangleq$  LAGA Boden Z1)

#### LAGA TR (Eluatuntersuchung)

- Bei den Untersuchungen im Eluat wurden erhöhte Konzentrationen bei folgenden Parametern bestimmt, aus denen sich die folgende abfallrechtliche Zuordnung ergibt:

Elektrische Leitfähigkeit: (257  $\mu$ S/cm  $\triangleq$  LAGA Boden Z1.2)

Sulfat: (92 mg/l  $\triangleq$  LAGA Boden Z2)

*Aufgrund des erhöhten Sulfatgehaltes im Eluat ergibt sich für das Bodenmaterial (Boden) der Zuordnungswert Z 2. Danach kann es (länderspezifisch) eingeschränkt mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen eingebaut werden (Einbauklasse 2).*

#### Tabelle 1: Nr. 17: RKS 3 - Probe 3/4

#### LAGA TR (Feststoffuntersuchung)

- Bei den Untersuchungen im Feststoff wurden erhöhte Konzentrationen bei folgenden Parametern bestimmt, aus denen sich die folgende abfallrechtliche Zuordnung ergibt:

Kohlenstoff: (1,68 %  $\triangleq$  LAGA Boden Z2)

Zink: (320 mg/kg  $\triangleq$  LAGA Boden Z1)

Quecksilber: (0,73 mg/kg  $\triangleq$  LAGA Boden Z1)

Kupfer: (62 mg/kg  $\triangleq$  LAGA Boden Z1)

Chrom: (62 mg/kg  $\triangleq$  LAGA Boden Z1)

Cadmium: (2,0 mg/kg  $\triangleq$  LAGA Boden Z1)

Blei: (120 mg/kg  $\triangleq$  LAGA Boden Z1)

Arsen: (19 mg/kg  $\triangleq$  LAGA Boden Z1)

#### LAGA TR (Eluatuntersuchung)

- Bei den Untersuchungen im Eluat wurden erhöhte Konzentrationen bei folgenden Parametern bestimmt, aus denen sich die folgende abfallrechtliche Zuordnung ergibt:

Elektrische Leitfähigkeit: (443  $\mu$ S/cm  $\triangleq$  LAGA Boden Z1.2)

Sulfat: (110 mg/l  $\triangleq$  LAGA Boden Z2)

*Aufgrund des erhöhten Sulfatgehaltes im Eluat sowie Kohlenstoffes im Feststoff ergibt sich für das Bodenmaterial (Boden) der Zuordnungswert Z 2. Danach kann es (länderspezifisch) eingeschränkt mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen eingebaut werden (Einbauklasse 2).*

Tabelle 5: Zusammenfassende Ergebnisse der Untersuchungen nach der ErsatzbaustoffV, LAGA Boden/ Bauschutt und DeponieV

P.	EBV-Recycling-Baustoff, Bodenmaterial und Baggergut, LAGA Boden/ Bauschutt sowie DepV																							
	RC-1	RC-2	RC-3	BM-0 BG-0 Sand	BM-0 BG-0 Lehm/ Schluff	BM-0 BG-0 Ton	BM-0 BG-0	BM-F0 BG-F0	BM-F1 BG-F1	BM-F2 BG-F2	BM-F3 BG-F3	>BM- F3 BG-F3	Z 0	Z1	Z1.1	Z1.2	Z2	> Z2	DK I	DK II	DK III	>DK III	beschrei- bende Pa- rameter > 0	
8												x												TOC, Kupfer, MKW, He- xachlor
9									x															Arsen
10								x																-
11												x												TOC, Blei, MKW, Sulfat, He- xachlor
12								x																-
13												x												MKW, He- xachlor- benzol
14																		x						Arsen, Blei, Kup- fer, Zink
15																			x					TOC, Blei, Sulfat
16																		x						Sulfat
17																		x						TOC, Sul- fat
18																						x		TOC

### 5.2.4.2 Untersuchungen zur Betonaggressivität und Stahlkorrosivität des Grund- bzw. Oberflächenwassers

Es wurden im Zeitraum der Baugrunderkundung Grund- und Oberflächenwasserproben in folgenden Bereichen der Untersuchungsgebietes gemäß DIN EN ISO 22475-1 [T18] entnommen:

- Bohransatzpunkt 2, Grundwasser/Oberflächenwasser

um es auf seine Betonaggressivität und Stahlkorrosivität hinzu untersuchen.

#### Tabelle 1: Probe Nr. 1, Teilobjekt 14

Das beprobte Grundwasser aus der Rammkernsondierung 2 ist nach DIN 4030 als **nicht betonangreifend** einzustufen.

Die Stahlaggressivität des Wassers kann nach den Laborergebnissen unter Verwendung der DIN 50929, Teil 3 - Tab. 6 und 7 wie folgt beurteilt werden:

Im Unterwasserbereich liegt bei der Verwendung von unlegierten und niedrig legierten Stählen aufgrund von  $W_0 = 1$  ( $\omega_{[100/a]} = 0,01$  mm/a;  $\omega_{L, \max [30a]} = 0,05$  mm/a) eine **sehr geringe Wahrscheinlichkeit der Mulden- und Lochkorrosion** sowie eine **sehr geringe Wahrscheinlichkeit der Flächenkorrosion** und im Wasser/Luft-Bereich mit  $W_1 = -1$  ( $\omega_{[100/a]} = 0,02$  mm/a;  $\omega_{L, \max [30a]} = 0,1$  mm/a) eine **geringe Wahrscheinlichkeit der Mulden- und Lochkorrosion** und eine **sehr geringe Wahrscheinlichkeit der Flächenkorrosion** vor.

Bei feuerverzinkten Stählen mit  $W_D = 2$  und  $W_L = -4$  ist eine **sehr gute Güte der Deckschichten im Unterwasserbereich** und eine **gute Güte der Deckschichten im Wasser/ Luft- und Spritzwasserbereich** vorhanden.

Zusätzlich können die in Tabelle 6 [T25] dargestellten Richtwerte zur Abschätzung der mittleren Korrosionsgeschwindigkeit hinzugezogen werden.

Tabelle 6: Abschätzung der mittleren Korrosionsgeschwindigkeit

Bewertungszahlsummen	Abtragungsrate $\omega$ (100a) mm/a	Max. Eindringrate $\omega_{L, \max}$ (30 a) mm/a	Bemerkung
B <sub>0</sub> - und B <sub>1</sub> -Werte (Siehe Tabelle 2) ≥ 0 -1 bis -4 -5 bis -10 <-10	0,005 0,01 0,02 0,06	0,03 0,05 0,2 0,4	zeitlich abnehmend zeitlich abnehmend zeitlich abnehmend zeitlich konstant
B <sub>E</sub> - und W <sub>E</sub> -Werte (Siehe Tabelle 4) ≥ 0 -1 bis -4 -5 bis -8 <-8	0,01 0,02 0,05 0,2	0,05 0,1 0,3 1	örtlicher Korrosionsangriff überwiegt
W <sub>0</sub> - und W <sub>1</sub> -Werte (Siehe Tabelle 7) ≥ 0 -1 bis -4 -5 bis -8 <-8	0,01 0,02 0,05 0,1	0,05 0,1 0,2 0,5	örtliche Korrosion überwiegt im Wasser-/ Luft-Wechselbereich, die $\omega_{L, \max}$ -Werte nehmen zeitlich ab

Die Analyseergebnisse der Wasseruntersuchungen sind in den Prüfberichten der Analytik- und Umweltdienstleistungs GmbH in der Anlage 6 dokumentiert.

### 5.2.4.3 Untersuchungen nach BBodSchV

Mit der Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung [T9] werden die Anforderungen an die nachhaltige Sicherung und Wiederherstellung der Funktionen des Bodens im Sinne des § 1 Bundes-Bodenschutzgesetz näher bestimmt und an den gegenwärtigen Stand der wissenschaftlichen und vollzugspraktischen Erkenntnisse angepasst.

Im folgenden Abschnitt wurden an 6 ausgewählten Proben (Tabelle 1) Untersuchungen gemäß den Vorsorgewerten für Metalle und organische Inhaltsstoffe im Ober-/ Unterboden nach Anlage 1, Tabellen 1 und 2, zzgl. TOC und pH-Wert sowie zusätzliche Untersuchungen nach Anhang 1 Tabelle 4 der Bundesbodenschutzverordnung durchgeführt. Dabei sind die Ergebnisse (Kreuz) in den Tabellen 7 bis 8 durch den ermittelten, charakteristischen Wert (Spalte 3) definiert.

In der Tabelle 7 wurden alle Bodenproben entsprechend des maßgebenden Parameters für Vorsorgewerte von Metallen sowie organischen Stoffen nach Anlage 1, Tabellen 1 und 2 der Bundesbodenschutzverordnung zusammengefasst.

Tabelle 7: Zusammenstellung aller Bodenproben entsprechend Anlage 1 der BBodSchV, Tabelle 1 und 2

Nr.	Gegenüberstellung Analysenwerte						
	Parameter	charakteristischer Wert [mg/kg]	Vorsorgewerte BBodSchV Anl. 1, Tabelle 1 und 2				
			Vorsorgewerte für Metalle			Vorsorgewerte für organ. Stoffe	
			Sand	Lehm/Schluff	Ton	TOC≤4%	TOC>4% bis 9%
2	Zink Kupfer Chrom Cadmium Blei Arsen	1700 410 230 5,2 650 61	überschritten			-	x
3	Zink Kupfer Cadmium Blei Arsen	390 71 2,2 180 22	überschritten			x	-
4	Zink Kupfer Cadmium	170 59 1,1	-	-	x	x	-

In der Tabelle 8 wurden alle Bodenproben zur Beurteilung für das Auf- oder Einbringen unterhalb oder außerhalb einer durchwurzelbaren Bodenschicht der Bundesbodenschutzverordnung zusammengefasst.

Tabelle 8: Zusammenstellung aller Bodenproben entsprechend Anlage 1 der BBodSchV, Tabelle 4

Nr.	Gegenüberstellung Analysenwerte					
	Parameter	charakteristischer Wert [mg/kg]	Vorsorgewerte BBodSchV Anl. 1, Tabelle 4			
			Feststoffwerte		Eluatwert	
					TOC<0,5%	TOC≥0,5%
5	-	-	-		-	x
6	-	-	x		x	-
7	Zink Quecksilber Cadmium Sulfat	320 0,73 2,0 540	überschritten		überschritten	-

Aus den Tabellen 7 und 8 ist ersichtlich, dass sich eine Überschreitung der Vorsorgewerte für Metalle auf Zink, Kupfer, Chrom, Cadmium, Blei und Arsen zeigt. Die ermittelten Belastungsbereiche (für Vorsorgewert) betreffen in zwei Fällen den humosen Oberboden sowie in einem Fall den natürlich anstehenden Auelehm. Es liegt hiermit für die genannten Erkundungsbereiche ein Anhaltspunkt für eine ungünstige Bodenveränderung im Sinne des BBodSchG § 3 (1-4) bzw. BBodSchG § 15 [T9] vor.

Die Analyseergebnisse der Untersuchungen sind in den Prüfberichten der Analytik- und Umweltdienstleistungs GmbH in der Anlage 6, Blatt dokumentiert.

*Mit den entnommenen Proben wurde das mögliche künftige Aushubmaterial durch die Entnahme von Bodenproben aus Bohrungen bzw. Schürfen („orientierende Untersuchung“) untersucht. Die punktuellen Aufschlusspunkte und die Bereiche der Probenahme wurden so ausgewählt, dass in Abwägung des Kosten- Nutzenverhältnisses eine möglichst große Repräsentanz des Untersuchungsergebnisses erreicht werden konnte. Bei den geplanten Aushubarbeiten wird das gesamte Material aufgenommen und durchmischt. Es ist nicht auszuschließen, dass in diesem Material auch geringer belastete Bereiche vorhanden sind. Diese können ggf. einen Einfluss auf die Konzentrationen problematischer Stoffe im gesamten Haufwerk haben. Auf Grundlage der entnommenen Haufwerksproben muss bei deutlichen Unterschieden zu den vorliegenden Messergebnissen eine Neuordnung des Materials in die Entsorgungsgruppen bzw. -klassen erfolgen.*

*Die hier dargestellten Entsorgungs- und Verwertungswege sind durch einen akkreditierten Sachverständigen zu prüfen und ggf. auf zusätzliche lokale Empfehlungen hin neu zu beurteilen. Die während der Ausführungsarbeiten notwendigen Analysen zur Feststellung umweltbelastender Inhaltsstoffe können von Prüfstellen durchgeführt werden, die eine Bescheinigung über eine erfolgreiche Teilnahme an der analytischen Qualitätssicherung (AQS) der chemischen Laboratorien vorlegen.*

## **5.3 Beschreibung der Bodenverhältnisse nördlich des Nahlewehrs**

### **5.3.1 Vorbemerkungen**

Um die Aufschlussergebnisse nach den aktuellen Untersuchungen grafisch darzustellen und bewerten zu können, wurden die Baugrundverhältnisse entlang der geplanten Fischaufstiegsanlage mit Brückenbauwerk an einem Baugrundlängsschnitt dargestellt. Unter zusätzlicher Verwendung von Altdaten /5, 6/ konnten die Baugrundsichten mit ihren Bodenkennwerten unterlegt werden.

Es wird aber ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die im geotechnischen Bericht beinhaltete Darstellung der Bodeneigenschaften auf stichpunktartiger Baugrunderkundung beruht und lokale Abweichungen nicht erfasst sind.

### **5.3.2 Aussagen zu den Baugrundverhältnissen sowie Baugrundsichtung**

Nach den Ergebnissen der aktuellen Aufschlüsse wird nachfolgend die angetroffene oberflächennahe Schichtenfolge vom Hangenden zum Liegenden gegliedert und beschrieben. In die Beschreibung der Schichten gehen die aktuellen Untersuchungsergebnisse ein. Die Ergebnisse der Erkundung entlang der Kleinen Luppe entsprechen weitgehend den Ergebnissen der benachbarten Baugrunderkundung Lebendige Luppe BA 1-3 /5/.

## ■ Oberboden

Als Oberboden (**Schicht 1**) wurden die im gesamten Untersuchungsgebiet vorhandenen durchwurzeltten Bereiche ausgehalten. Nach Erfahrungswerten setzt sich der Oberboden aus einem tonigen und sandigen, schwach kiesigen Schluff zusammen (OH, OU oder A[OH, OU] nach DIN 18196 - **Schicht 1**). Im Mittel ist diese Schicht ca. 0,20 bis 0,65 m mächtig. Nach Erfahrungswerten und Literaturangaben wird aufgrund von Durchwurzelung sowie Wühltiereinwirkung ein Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von  $1,0 \cdot 10^{-6}$  m/s festgelegt. (Berechnungsansatz Baugrundmodell ( $1,0 \cdot 10^{-5}$ ... $1,0 \cdot 10^{-7}$  m/s).

## ■ Auffüllungen: grobkörnig bis gemischtkörnig, feinkörnig, Wegplatten [Schicht 2a, 2b, 2c]

Im Bereich des Untersuchungsgebietes konnten überwiegend gemischtkörnige bis feinkörnigen Auffüllungen ausgehalten werden. Sie bestehen aus einem Gemisch aus umgelagerten Auelehmen mit teils sandig kiesigen Einschlüssen, mineralischen Abfällen und industriellen Abfällen. Der Boden kann untergeordnet als schluffiger und toniger Sand und Kies bzw. als leicht bis mittelplastischer, teils organischer Schluff oder Ton (A[SU\*-UM, ST\*-UM, OU/OH nach DIN 18196 - **Schicht 2b**) angesprochen werden. Die Auffüllung der **Schicht 2b** weist einen Bereich der Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte von  $1,0 \cdot 10^{-8}$  bis  $1,0 \cdot 10^{-10}$  m/s auf, wodurch sie als sehr schwach durchlässig zu werten ist. In ihrer Funktion als Frostschuttschicht bzw. als Tragschichtmaterial treten auch grobkörnige, schwach schluffige und tonige, Sande und Kiese bzw. Schotter (A[SW-SU, GW-GU] nach DIN 18196 – **Schicht 2a**) auf, deren Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte erfahrungsgemäß von  $1,0 \cdot 10^{-2}$  bis  $1,0 \cdot 10^{-5}$  m/s einzuordnen sind. Dadurch sind sie als stark durchlässig bis durchlässig zu werten. Die Zuwegung von Deichkrone zur Furt ist mit gesetzten Betonplatten (Spurweg) ausgelegt (A[X] nach DIN 18196 - **Schicht 2c**). Die gesetzten Betonsteine mit ihren Fugen sind als Bodenschicht als wasser-durchlässig einzustufen ( $1,0 \cdot 10^{-3}$  bis  $1,0 \cdot 10^{-5}$  m/s).

Die Mächtigkeit der angetroffenen Auffüllungen variiert von ca. 0,65 m – 1,95 m.

## ■ Auelehm: leicht bis mittelplastisch, ausgeprägt plastisch, organisch und gemischtkörnig [Schicht 3a, 3b, 3c]

Die jüngsten Ablagerungen im Untersuchungsgebiet bestehen größtenteils aus Auelehm. Dabei handelt es sich überwiegend um fein- bis mittelsandige, mitunter schwach feinsandige, schwach kiesige, leicht- bis mittelplastischen Schluffe und Tone (Feinkornanteil 43 % bis 95 %), (UL, TL, UM, TM nach DIN 18916 - **Schicht 3a**) sowie sandige, und kiesige, teils organische ausgeprägt plastische Schluffe und Tone (UA, TA, OU/OT) nach DIN 18916 - **Schicht 3b**, Feinkornanteil 55 % bis 100 %). Im Bereich der RKS 2 konnte zusätzlich noch eine gemischtkörnige Variante des Auelehmes angetroffen werden. Dabei handelt es sich um einen stark schluffigen, tonigen Sand (SU\*, ST\*) nach DIN 18196 – **Schicht 3c**.

Für den Auelehm der **Schichten 3a** und **3b** wurden Wassergehalte von  $w_N = 23,0$  % bis 68,0 % ermittelt. Der ermittelte Glühverlust  $V_{GL}$  beträgt maximal 18% für den organischen Ton der **Schicht 3b**. Der gesamte Auelehm zeichnet sich durch eine große Wasser- und Frostempfindlichkeit, weiche bis steife Konsistenz sowie geringe Tragfähigkeit aus.

Die einzelnen Korngrößenverteilungsbänder bzw. -linien der Auelehmvarianten sind in den Abbildungen fünf bis sieben dargestellt. Das überwiegend feinkörnige Material in steifer bis halbfester Konsistenz der **Schicht 3a** ist mit Wasserdurchlässigkeitsbeiwerten von  $< 1,0 \cdot 10^{-9}$  m/s als sehr schwach durchlässig einzuschätzen (Berechnungsansatz Baugrundmodell  $1,0 \cdot 10^{-9}$  ...  $1,0 \cdot 10^{-11}$  m/s).

Der ausgeprägt plastische, teils organische Auelehm (**Schicht 3b**) ist mit Wasserdurchlässigkeitsbeiwerten von  $\sim 6,1 \cdot 10^{-9}$  m/s ebenfalls als sehr schwach durchlässig einzuschätzen (Berechnungsansatz Baugrundmodell  $10E-8$  ...  $10E-10$  m/s).

Bei beiden Varianten kann der durchwurzelte bis stark durchwurzelten Bereich (überwiegend Übergang zum Oberboden) auch stärker durchlässig sein. Dann ist die Wasserdurchlässigkeit eher dem Wertebereich des Oberbodens zuzuordnen.

Die Wasserdurchlässigkeit der Böden der **Schicht 3c** liegt nach dem Laborergebnis bei  $\sim 5,0 \cdot 10^{-7}$  m/s. Auf Grund von Erfahrungswerten aus regional nahe gelegenen Untersuchungsgebieten kann ein Berechnungsansatz für das Baugrundmodell von  $1,0 \cdot 10^{-6} \dots 1,0 \cdot 10^{-8}$  m/s angegeben werden. Damit sind die gemischtkörnigen Auelehmböden nach DIN 18130, Teil 1 – Tabelle 1 in Anlehnung an DIN EN 1997-2 als schwach bis sehr schwach durchlässig zu bezeichnen.

#### ■ Flussschotter, Sande und Kiese [Schicht 4]

Die im Liegenden der Auelehmdecke anstehenden grobkörnigen Böden bilden die holozänen und weichselkaltzeitlichen Flussschotter. Sie nehmen den überwiegenden Teil des Baugrundes ein und setzen sich aus Sanden und Kiesen zusammen. Nach den laborativ ermittelten Summenkurven sind die Sande und Kiese überwiegend aus schwach schluffigen Mittelsanden und Kiesen zusammengesetzt. Quantitativ deutlich untergeordnet wurden auch eng gestufte Sande und intermittierend bis weit gestufte Kiese (GW-GU, SW-SU nach DIN 18196 - **Schicht 4**) im Labor ermittelt /5/.

Bei einer Wasserdurchlässigkeit von  $1,1 \cdot 10^{-3}$  m/s sind die Flussschotter als durchlässig bis stark durchlässig einzustufen (Ansatz Baugrundmodell  $1,0 \cdot 10^{-2} \dots 1,0 \cdot 10^{-5}$  m/s).

#### ■ Zusammenfassung der Rammpbarkeit und Lagerungsdichte

Um Aussagen zur Lagerungsdichte und Rammpbarkeit der Böden zu treffen wurden die durchgeführten schweren Rammsonden ausgewertet. Die hier dargestellten Ergebnisse zeigen den Beginn für Bereiche mit dichter Lagerung an. Die Ergebnisse der Rammsondierungen und der Auswertung der Schlagzahlen sind in Tabelle 9 zusammengefasst und in Anlage 4 neben der entsprechenden RKS dargestellt.

Tabelle 9: Ergebnisse nach Auswertung der schweren Rammsondierungen

DPH	Höhe [m NHN]	Auswertung DPH erstmalig dicht/ halbfest ab		Auswertung DPH durchgängig dicht/ halbfest ab	
		[m u. GOK]	[m NHN]	[m u. GOK]	[m NHN]
01	+103,30	-	-	-	-
Im Bereich der DPH 1 liegen überwiegend locker bis mitteldichte Lagerungen vor					
02	+102,04	-	-	-	-
Im Bereich der DPH 2 liegen überwiegend locker bis mitteldichte Lagerungen vor					
03	+106,52	-	-	-	-
Im Bereich der DPH 2 liegen überwiegend locker bis mitteldichte Lagerungen vor					

Grundsätzlich liegt die Grenze zwischen lockerer und mitteldichter Lagerung bei  $D = 0,35$  und zwischen mitteldichter und dichter Lagerung bei  $D = 0,65$  für grobkörnige Böden. Nach DIN EN ISO 22476-2 (DIN 4094-3 alt) kann für die anstehenden Sande und Kiese die Grenze zwischen locker und mitteldicht bei einer Schlagzahl im Grundwasser von  $N_{10} = 3$  (über Grundwasser  $N_{10} = 7$ ) und zwischen mitteldicht und dicht bei  $N_{10} = 11$  (über Grundwasser  $N_{10} = 19$ ) angesetzt werden. Die Rammpbarkeit für feinkörnige Böden wird über deren Konsistenz  $I_c$  beschrieben. Bei feinkörnigen Böden mit steifer Konsistenz ( $I_c = 0,75 - 1,00$ ) wird von einer mittelschweren Rammpbarkeit einer Spundwand ausgegangen. Die Grenze zwischen weicher und steifer Konsistenz kann bei einer Schlagzahl  $N_{10} = 5$  angesetzt werden.

Eine schwere Rammpbarkeit von feinkörnigen Böden liegt bei deren halbfester bis fester Konsistenz ( $I_C = > 1,00$ ) vor. Die Grenze zwischen steifer und halbfester Konsistenz kann ab einer Schlagzahl  $N_{10} = 9$  angesetzt werden.

Die in Tabelle 9 ausgewerteten Rammsondierungen wurden im Verlauf der geplanten Fischaufstieganlage durchgeführt und geben punktuell Auskunft über die Lagerungsdichte, Rammpbarkeit und Lösbarkeit der anstehenden Böden. Eine auf die Baugrundsichtung bezogene Bewertung der Lagerungsdichten erfolgt in Kapitel 5.3.4.

### 5.3.3 hydrogeologische Verhältnisse

Die Sande und Kiese der Weichselkaltzeit bilden den obersten Grundwasserleiter. Nach den vorliegenden Ergebnissen ist von einem gespannten Grundwasserleiter auszugehen. Die während der Bohrungen angetroffenen Grundwasserstände sind den Anlagen 3 und 4 zu entnehmen. In der Tabelle 10 sind die Ergebnisse der Grundwasserlotung nach Beenden der Rammkernsondierungen zusammengefasst.

Tabelle 10: Zusammenstellung der ermittelten Grundwasserstände

Aufschluss	Höhe m NHN	Wasser- anschnitt m u GOK	Ruhewasser m u GOK	Wasser- anschnitt m NHN	Ruhewasser m NHN
RKS 1	+103,30	2,60	1,63	100,70	+101,67
RKS 2	+102,04	1,20	0,80	100,84	+101,24
RKS 3	+106,52	3,40	2,92	103,12	+103,60

Während der Aufschlussarbeiten im Dezember 2023 konnten an allen Aufschlusspunkten Wasserstände ermittelt werden. Nach Beenden der jeweiligen Aufschlussarbeiten entlang der einzelnen Teilobjekte wurde der Grundwasserflurabstand (in Ruhe) zwischen 0,80 m und 2,92 m unter Geländeoberkante gelotet. Die Grundwasseroberfläche (in Ruhe) bewegte sich damit zwischen +101,24 m NHN<sub>16</sub> und +103,60 m NHN<sub>16</sub>. Die ermittelten Grundwasserstände variieren entsprechend ihrer Lage zum Nahlewehr (Ober- und Unterlauf). Hier zeigt sich zusätzlich die Durchgängigkeit durch hydraulisch durchlässige Bodenbereiche.

### 5.3.4 Abschnittsbezogene Aussagen zu den Baugrundverhältnissen

#### 5.3.4.1 Baugrundverhältnisse im Untersuchungsgebiet

Gegenstand der Untersuchung mittels Rammkernsondierungen im Bereich nordnordwestlich des Nahlewehrs ist die Erkundung eines geplanten Gründungsbereiches einer zum Flusslauf parallel verlaufenden Fischaufstieganlage sowie von dem zu deren Überquerung notwendigen Brückenbauwerk.

Die lithologische Gliederung des Baugrundes im Bereich der geplanten Fischaufstiegstreppe (inkl. Brückenbauwerk) basiert auf den Ergebnissen der aktuellen Einzelaufschlüsse. Die sich daraus ergebenden Baugrundverhältnisse sind in dem Baugrundlängsschnitt der Anlage 3 dargestellt.

#### Fischaufstieganlage (inkl. Brückenbauwerk)

Für die Konstruktion des geotechnischen Regelquerschnittes (Anlage 3) konnten insgesamt drei aktuelle Rammkernsondierungen (bis 7,0 m) sowie drei Schwere Rammsondierungen bis 7,0 m einbezogen werden.

Der geotechnische Schnitt verläuft nahezu parallel zur Nahle, entlang einer Zufahrt zur Furt im Bereich des Nahlewehrs. Folgende Aussagen können bzgl. Zusammensetzung des Untergrundes getroffen werden:

Nach den Ergebnissen der direkten Aufschlüsse steht im Bereich des wasserseitigen Deichfußbereiches (RKS 1 musste auf Grund von versiegelten Wasserbausteinen in die Deichböschung verschoben werden), unterhalb des ca. 0,65 m mächtigen Oberbodens, ca. 1,00 m mächtiger weicher bis steifer mittelplastischer, mit anthropogenen Auffüllungen (Ziegel, Keramik) versetzter Schluff (**Schicht 2b**) an. Hier ist zusätzlich eine Versorgungsleitung mit unbekannter Lage zu erwähnen. Im Liegenden wird dieser von bis zu 50 cm mächtigem, weichen organischen Ton der **Schicht 3b** und dieser wiederum von bis zu 70 cm mächtigem, steifen mittelplastischen Schluff (**Schicht 3a**) unterlagert. Die Basis bilden die locker bis mitteldichten, schwach schluffigen, holozänen und weichselkaltzeitlichen Flussschotter (**Schicht 4**). Hin zur zweiten RKS (aus dem Deichkörper hinaus), im Bereich der Zuwegung zur Furt, ist unter einem Spurplattenweg aus Beton (**Schicht 2c**) mit grobkörnigen, mineralischen Auffüllungen der **Schicht 2a** zu rechnen, die in einer Tiefe von ca. 0,50 m unter GOK mit Vlies eingeschlagen sind. Bis 0,80 m Tiefe ist unterhalb des Vlieses mit Wasserbausteinen zu rechnen (**Schicht 2c**).

Die darunterliegende Aufstandsfläche bilden anthropogene, steife, mittelplastische Schluffe (**Schicht 2b**). Die Basis im Aufschluss RKS 2 bilden auch hier die grobkörnigen Flussschotter der **Schicht 4**, die nur hier in einer Tiefe von 1,70 m bis 1,80 m unter GOK vom gemischtkörnigen Schluff der **Schicht 3c** durchzogen sind. Der Bereich der RKS 3, eine Art Wendehammer am oberen Bereich, nördlich des Nahlewehrs, ist analog zum zweiten Aufschluss mit Betonplatten ausgelegt (**Schicht 2c**), die wiederum von Gesteinsgemisch der **Schicht 2a** unterlagert wird. Anschließend folgen die grobkörnigen anthropogenen ca. 1,40 m mächtigen Auffüllungen (**Schicht 2b**), die wiederum ca. 70 cm mächtigem organischen Schluff aufliegen. Die Basis bilden 2,70 m mächtige halbfeste, mittelplastische Auelehme (**Schicht 3a**). Die Flussschotter (**Schicht 4**) konnten nicht erteuft werden.

Der Wasseranschnitt erfolgte, entsprechend Wasserspiegellage der Nahle, ab 100,70 m NHN<sub>16</sub> am Übergang von der mittelplastischen Auffüllung zum organischen Ton bei RKS 1 sowie bei RKS 2 von der mittelplastischen Auffüllung zum Flussschotter bei 100,84 m NHN<sub>16</sub>. Südwestlich des Nahlewehrs erfolgte der Wasseranschnitt bei 103,12 m NHN<sub>16</sub> innerhalb des Auelehmes der **Schicht 3a**.

Die aus dem Jahr 2023 ermittelten Wasserspiegellagen der Nahle bilden den jeweils aktuellen Ruhewasserstand ab.

Mittels Auswertung der Schweren Rammsondierungen ist bis über die gesamte Erkundungstrecke hinweg mit lockeren bis mittleren Lagerungsdichten bzw. Böden mit überwiegend weicher bis steifer Konsistenz (Schlagzahlen u. Wasser: DPH<sub>10</sub> ~1- 7) zu rechnen.

## 5.4 Bodenkenngrößen

Die nachfolgend in Tabelle 11 angegebenen Bodenkenngrößen resultieren aus den aktuellen Untersuchungen sowie den Erfahrungs- und Tabellenwerten, die für die im Ergebnis der Schichtansprachen und der Laboruntersuchungen beschriebenen Erdstoffe in den bodenmechanischen Berechnungen angewendet werden können. Dabei wurden folgende Regelwerke und Vorschriften verwendet:

Bodenart	DIN EN ISO 14688/NA [T20]
Bodengruppe	DIN 18196 [T23]
Bodenklasse	DIN 18300 [T14]
Frostempfindlichkeit	ZTV E-StB 17 [T24]
Bodenkenngrößen	DIN 1055-2 [T17]
Steifemodul Es	nach Tafelwerten bei TÜRKE, H Statik im Erdbau“ Verlag Ernst und Sohn, 1999)

Tabelle 11: Bodenkenngrößen

Bodengruppe DIN 18196 Lagerungsdichte/ Konsistenz	Wichte cal $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]		Wichte unter Auftrieb [kN/m <sup>3</sup> ]		Reibungswinkel cal $\phi'$ [°]		Kohäsion cal $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]		Kohäsion cal $c_u'$ [kN/m <sup>2</sup> ]		Boden- klasse DIN 18300 (2010-04)	Empfind. geg. Frost ZTVE	Empfind. geg. Wasser	Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$ [m/s]		Steifemodul $E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]
	char. Wert	Schwankung sbreite	char. Wert	Schwankungs- breite	char. Wert	Schwankungs- breite	char. Wert	Schwankungs- breite	char. Wert	Schwankungs- breite				char. Wert	Schwankungs- breite	
Schicht 1 Mutterboden (OH, OU)	17	16 - 18	7	6,5 - 7,5	25	22,5 - 27,5	2	0 - 5	20	10 - 30	1	F 2 - 3	mittel / hoch	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$10^{-5} - 10^{-7}$	3 - 10
Schicht 2a Auffüllung, grobkörnig A[SW-SU, GW-GU] locker-mitteldicht dicht	20	19 - 21	9	8 - 10	32,5	30,0 - 35,0	0	0 - 2	0	0 - 2	3	F 1 - 2	gering	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$10^{-2} - 10^{-5}$	20 - 80
	21	20 - 22	12	10 - 13	37,5	35,0 - 40,0	0	0 - 2	0	0 - 2	3	F 1 - 2	gering	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$10^{-2} - 10^{-5}$	80 - 120
Schicht 2b Auffüllung, gemischt- bis feinkörnig, organisch A[SU*-UM, ST*-TM, OU/OH]	19	18 - 20	10	9 - 11	22,5	20,0 - 25,0	10	5 - 15	25	15 - 35	3 - 5	F 3	hoch	$1,0 \cdot 10^{-9}$	$10^{-8} - 10^{-10}$	2 - 8
	17	16 - 18	7	6 - 8	17,5	15,0 - 20,0	2	0 - 5	10	0 - 20	3 - 5	F 3	hoch	$1,0 \cdot 10^{-9}$	$10^{-8} - 10^{-10}$	0 - 4
Schicht 2c Auffüllung, Betonplatten/ WBS A[X]																
Schicht 3a Auelehm, feinkörnig leicht bis mittelplastisch (UL, TL, UM, TM)	20	19 - 21	10	9 - 11	27,5	25 - 30	8	5 - 15	30	20 - 40	4	F 3	hoch	$1,0 \cdot 10^{-10}$	$10^{-9} - 10^{-11}$	5 - 20
	19	18 - 20	9	8 - 10	27,5	25 - 30	4	0 - 8	10	5 - 20	4	F 3	hoch	$1,0 \cdot 10^{-10}$	$10^{-9} - 10^{-11}$	4 - 8

Bodengruppe DIN 18196 Lagerungsdichte/ Konsistenz	Wichte cal $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]		Wichte unter Auftrieb [kN/m <sup>3</sup> ]		Reibungswinkel cal $\phi'$ [°]		Kohäsion cal $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]		Kohäsion cal $c_u'$ [kN/m <sup>2</sup> ]		Boden- klasse DIN 18300 (2010-04)	Empfind. geg. Frost ZTVE	Empfind. geg. Wasser	Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$ [m/s]		Steifemodul $E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]
	char. Wert	Schwankung sbreite	char. Wert	Schwankungs- breite	char. Wert	Schwankungs- breite	char. Wert	Schwankungs- breite	char. Wert	Schwankungs- breite				char. Wert	Schwankungs- breite	
Schicht 3b Auelehme, feinkörnig, ausgeprägt plastisch, organisch A[UA, TA, OU/OT] steif-halbfest weich-steif	19	18 - 20	10	9 - 11	22,5	20,0 - 25,0	15	5 - 20	35	20 - 50	3 - 5	F 3	hoch	$1,0 \cdot 10^{-9}$	$10^{-8} - 10^{-10}$	2 - 8
	17	16 - 18	8	7 - 9	17,5	15,0 - 20,0	2	0 - 5	20	0 - 20	3 - 5	F 3	hoch	$1,0 \cdot 10^{-9}$	$10^{-8} - 10^{-10}$	0 - 4
Schicht 3c Auelehme, gemischtkörnig A[SU*, ST*] steif-halbfest weich-steif	20	19 - 21	10	9,5 - 10,5	25,0	21,5 - 27,5	8	5 - 15	25	15 - 35	4	F 3	hoch	$1,0 \cdot 10^{-7}$	$10^{-6} - 10^{-8}$	15 - 40
	19	18 - 20	9	8,5 - 9,5	25,0	21,5 - 27,5	4	0 - 8	10	0 - 20	4	F 3	hoch	$1,0 \cdot 10^{-7}$	$10^{-6} - 10^{-8}$	5 - 15
Schicht 4 Kiese und Sande, grobkörnig (GW-GU, SW- SU) mitteldicht locker	18	17 - 19	10	9 - 11	32,5	30,0 - 35,0	0	0 - 2	0	0 - 2	3	F 1 - 2	gering / mittel	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$10^{-2} - 10^{-5}$	50 - 80
	17	16 - 18	9	8 - 10	30,0	27,5 - 32,5	0	0 - 2	0	0 - 2	3	F 1 - 2		$1,0 \cdot 10^{-3}$	$10^{-2} - 10^{-5}$	20 - 60

## 6 Homogenbereiche

Mit Überarbeitung der Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen - Erdarbeiten (VOB/C) haben sich die Anforderungen an die Beschreibung der Böden geändert. Demnach sind Böden nicht mehr in Bodenklassen, sondern in Homogenbereiche einzuteilen. Der Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für das jeweilige Gewerk vergleichbare Eigenschaften aufweist. Für die Erstellung ihrer Bandbreiten (geotechnische Kennwerte) wurden sowohl direkte Laborversuche als auch Erfahrungswerte zur Beschreibung herangezogen. Die Ergebnisse der bodenphysikalischen Laboruntersuchungen dienen somit nur als Grundlage und werden für die einzelnen Homogenbereiche durch überarbeitete Kornverteilungsbänder in den Abbildungen 9 bis 12 graphisch dargestellt.

Unter Berücksichtigung der vorliegenden Informationen zum Baugrund und zur Art der geplanten Baumaßnahme erfolgt die Bewertung auf Grundlage der Einstufung in die geotechnische Kategorie GK2. Nach derzeitigem Kenntnisstand sind folgende Gewerke bei der Einteilung in Homogenbereiche zu berücksichtigen:

- Erdarbeiten (DIN 18300, für GK 3),
- Bohrarbeiten (DIN 18301),
- Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten (DIN 18304),

Aufbauend auf den vorliegenden Baugrundinformationen können die angetroffenen Böden den folgenden Homogenbereichen zugeordnet werden. Für Böden die nicht erkundet wurden, sind Erfahrungswerte angegeben worden.

Tabelle 12: Kennwerte und Homogenbereiche

relevante DIN, Homogenbereich übliche Bezeichnung	Schlagzahl (DPH) N <sub>10</sub> [1]	Anteile Steine+ Blöcke [%]	Dichte [feucht] σ [g/cm <sup>3</sup> ]	Bodengruppe DIN 18196 [-]	Wasser-gehalt w <sub>n</sub> [%]	Plasti-zitäts-zahl I <sub>p</sub> [%]	Konsis-tenz-zahl I <sub>c</sub> [1]	Lagerungs-dichte [-]	Anteil Organik V <sub>GL</sub> [%]	Kohäsion c' <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	Kohäsion undrai-niert c <sub>U,k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	Verklebe - potenzial	Ver-witterung	Einaxiale Druck-festigkeit (MPa)	LCPC: Abrasivitäts-koeffizient (LAK)	Kalk-gehalt DIN 18129 [%]	K <sub>f</sub> -Wert DIN 17892-11 [m/s]
<b>Angabe nach DIN 18300/ Erdarbeiten</b>		x	x	x	x	x	x	x	x		x						
<b>Angabe nach DIN 18301/ Bohrarbeiten</b>		x		x	x	x	x	x		x	x				x		
<b>Angabe nach DIN 18304/ Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten</b>		x		x	x	x	x	x									
A Oberboden	0-2	< 5 %	1,4-1,7	OH, OU,	0-20	0-10	0,5-1,5	weich bis halfest	2->20	0-2	0-5	mittel	-	-	0-100 nicht - schwach abrasiv	< 10	10 <sup>-5</sup> -10 <sup>-7</sup>
B Auffüllung, grobkörnig Schicht 2a	1-15	< 35 %	1,9-2,2	A(SW- SU,GW-GU)	1-15	-	-	locker bis dicht	0-5	0-5	0-5	gering - mittel	-	-	500-1500 abrasiv - extrem abrasiv	< 5	10 <sup>-2</sup> -10 <sup>-5</sup>
C Auffüllung, gemischt bis feinkörnig Schicht 2b	0-10	< 5 %	1,6-2,0	A(SU*-UM, ST*-TM, OU/OH)	5-70	10-40	0,5-1,5	weich bis halfest	2-20	0-20	0-35	mittel - hoch	-	-	10-500 nicht abrasiv - abrasiv	< 10	10 <sup>-6</sup> -10 <sup>-11</sup>
D Auffüllung, Betonplatten/ WBS Schicht 2c																	

relevante DIN, Homogenbereich übliche Bezeichnung	Schlagzahl (DPH)  N <sub>10</sub> [1]	Anteile Steine+ Blöcke  [%]	Dichte [feucht]  σ [g/cm <sup>3</sup> ]	Bodengruppe DIN 18196  [-]	Wasser-gehalt  w <sub>n</sub> [%]	Plasti-zitäts-zahl  I <sub>p</sub> [%]	Konsis-tenz-zahl  I <sub>c</sub> [1]	Lagerungs-dichte  [-]	Anteil Organik  V <sub>GL</sub> [%]	Kohäsion  c' <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	Kohäsion undrai-niert  c <sub>u,k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	Verklebe - potenzial	Ver-witter-ung	Einaxiale Druck-festigkeit  (MPa)	LCPC: Abrasivitäts-koeffizient  (LAK)	Kalk-gehalt DIN 18129  [%]	K <sub>f</sub> -Wert DIN 17892-11  [m/s]
E Auelehm gemischtkörnig bis feinkörnig, leicht bis mittelplastisch Schicht 3a, 3c	0-10	< 5 %	1,5-2,2	SU*, ST*, UL, TL, UM, TM	5-30	15-35	0,5-2,0	weich bis halbfest	2-10	0-20	0-40	sehr hoch	-	-	10-250 nicht abrasiv - abrasiv	< 10	10 <sup>-6</sup> -10 <sup>-11</sup>
F Auelehm Feinkörnig, organisch, ausgeprägt plastisch Schicht 3b	0-5	< 5 %	1,5-2,0	UA, TA, OU/OT	15-75	10-40	0,5-1,5	weich bis halbfest	2-20	0-20	0-50	sehr hoch	-	-	0-100 nicht - schwach abrasiv	< 10	10 <sup>-8</sup> -10 <sup>-10</sup>
G Flussschotter Kiese und Sande, gemischt- bis grobkörnig Schicht 4	1-15	< 10 %	1,8-2,3	GW-GU, SW-SU	1-15	-	-	locker bis dicht	0-5	0-5	0-5	gering	-	-	500-1500 abrasiv – extrem abrasiv	< 5	10 <sup>-2</sup> -10 <sup>-5</sup>

Im Gegensatz zur vorsichtigen Definition charakteristischer Kennwerte für eine Statik sind bei der Beurteilung der Homogenbereiche hier im Gegensatz die Widerstände gegen das Lösen (Schürfwiderstand <sub>ws</sub>)/Bearbeiten/Einbauen zu berücksichtigen. Deshalb können sich die Wertebereiche ein und desselben Parameters wie z.B. c<sub>u</sub> deutlich unterscheiden.

*Erläuterungen zu Tabelle 12:*

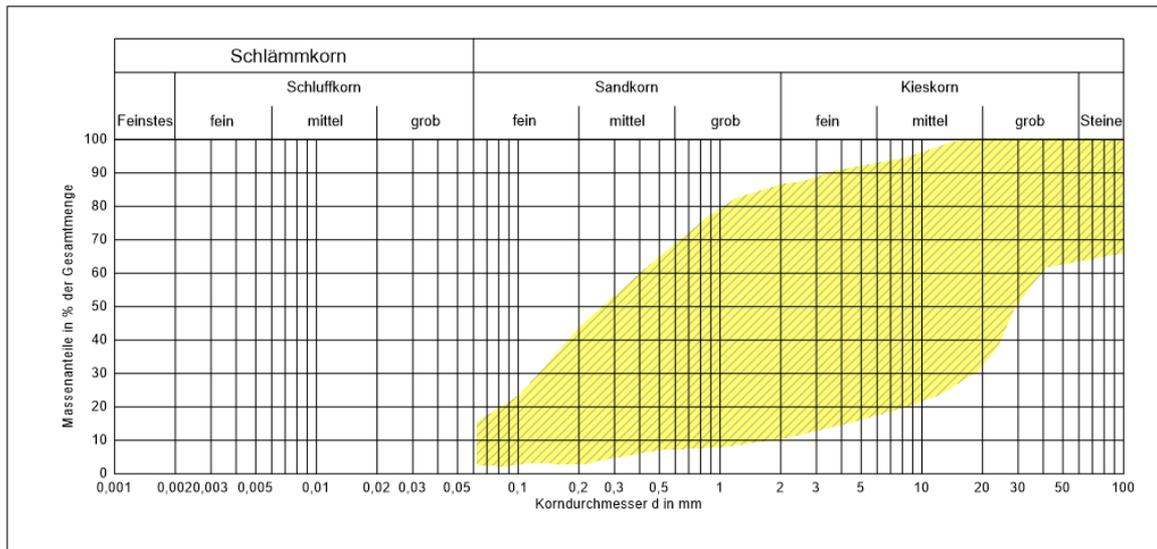
- In der Spalte Lagerungsdichte wird für feinkörnige Böden die Konsistenz angegeben
- Die undrained Kohäsion ist gutachterlich abgeschätzt.
- ( ) - Vorkommen von untergeordneter Bedeutung
- n.n. - nicht nachweisbar
- n.b. - nicht bestimmt

## 6.1 Kornverteilungsbänder der Homogenbereiche

Homogenbereich A: ohne Abbildung (Oberboden allg. ohne Siebung)

Homogenbereich B: Abbildung 9

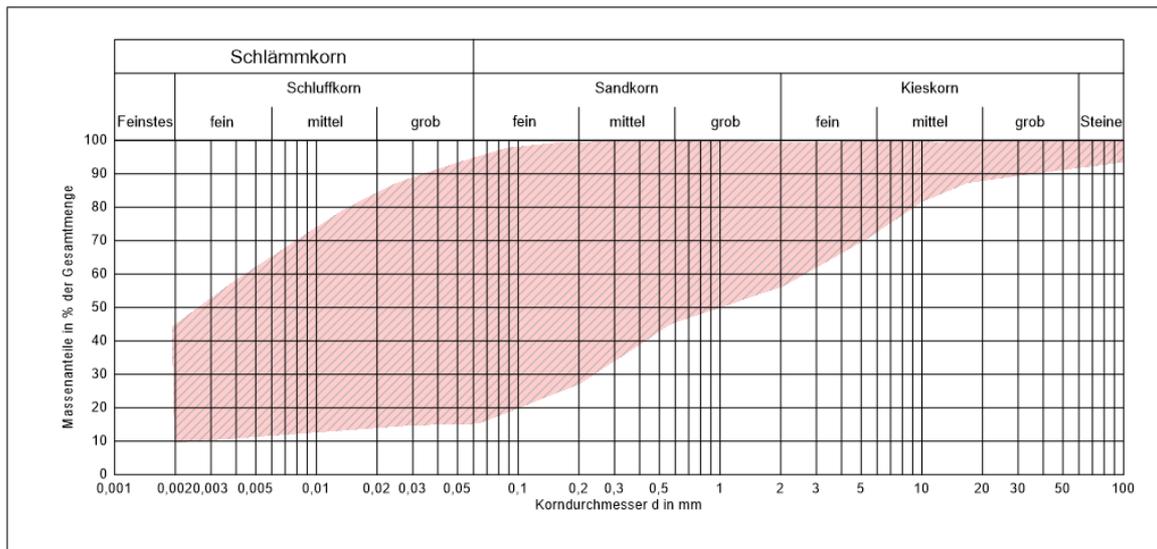
Abbildung 9: Kornverteilungsband Homogenbereich B



Auffüllung - grobkörnig A[SW-SU, GW-GU]

Homogenbereich C: Abbildung 10

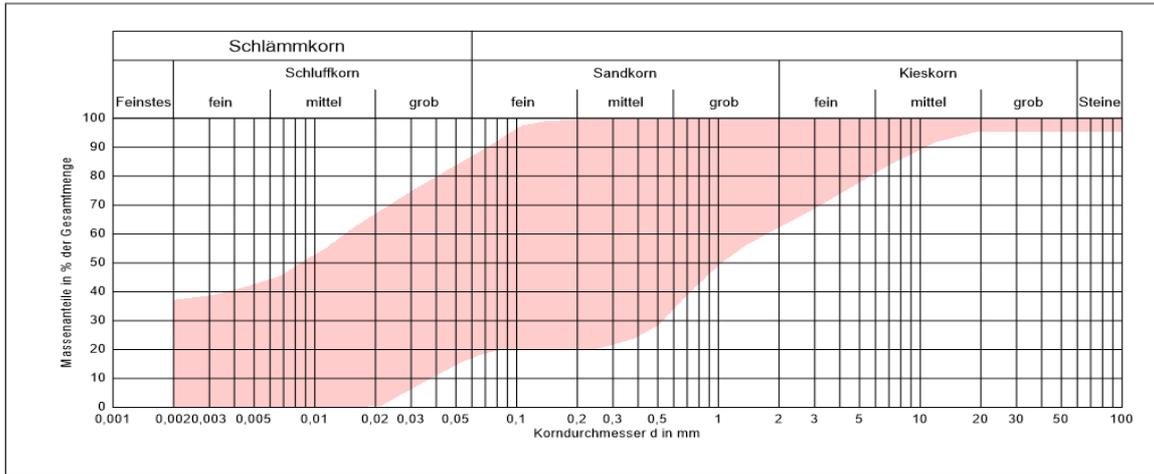
Abbildung 10: Kornverteilungsband Homogenbereich C



Auffüllung - gemischt bis feinkörnig (SU\*-UM, ST\*-TM, OU/OH)

**Homogenbereich E: Abbildung 11**

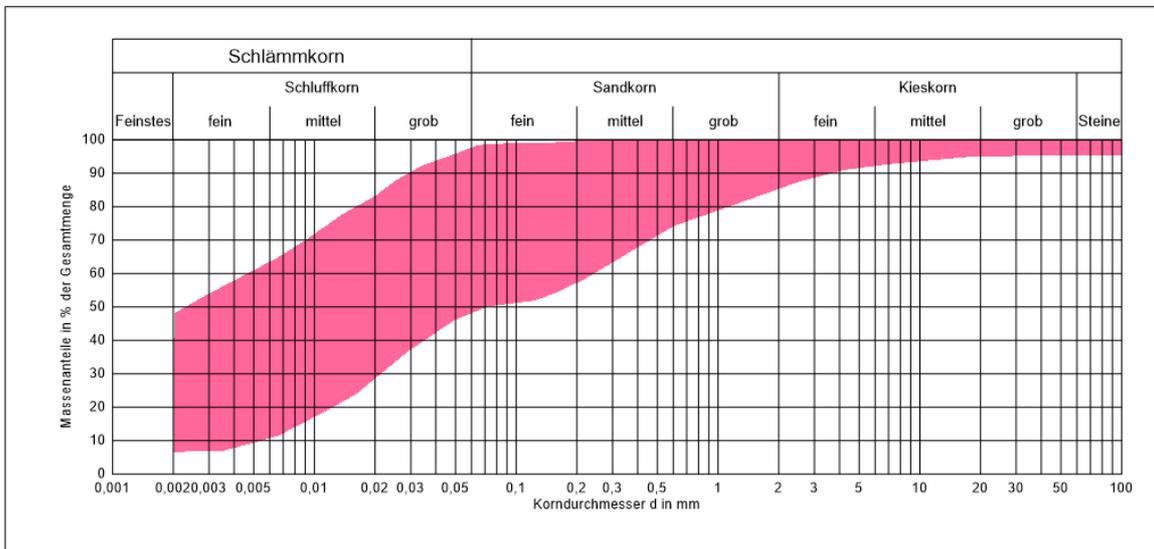
Abbildung 11: Kornverteilungsband Homogenbereich E



Auelehm - gemischt bis feinkörnig (SU\*/ST\*, UL/TL, UM/TM)

**Homogenbereich F: Abbildung 12**

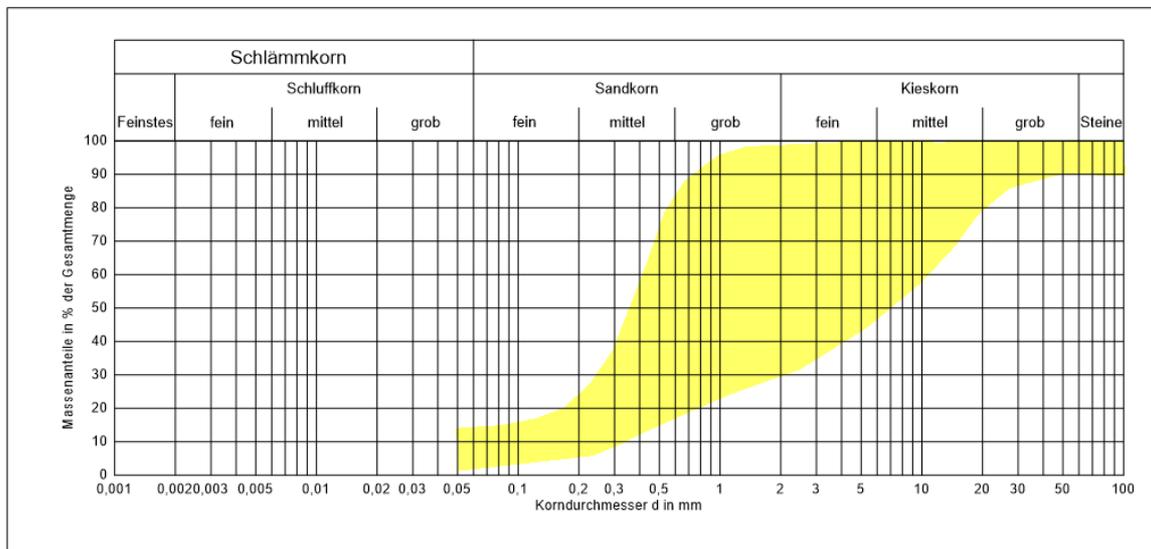
Abbildung 12: Kornverteilungsband Homogenbereich F



Auelehm - ausgeprägt plastisch, organisch (UA, TA, OU/OT)

## Homogenbereich G: Abbildung 13

Abbildung 13: Kornverteilungsband Homogenbereich G



 Flussschotter, Kiese und Sande - grob- bis gemischtkörnig (GW-GU, SW-SU)

## 7 Allgemeine Empfehlungen zur Bauausführung

### 7.1 Aktuelle Situation, Gründung

Für das Untersuchungsgebiet sind die Baugrundsichtungen im Kapitel 5.3.2 aufgeführt. Dabei sind Gründungen der FAA-Anlage voraussichtlich in den Auffüllungsbereichen der **Schichten 2a** und **2b**, im Auelehm der **Schichten 3a** und **3b** sowie im Flussschotter der **Schicht 4** vorgesehen, wobei unbedingt beachtet werden muss, dass die feinkörnigen Böden sehr frostempfindlich sind. Des Weiteren neigen sie zu mittleren bis starken Setzungen, was bei den statischen Nachweisen zu berücksichtigen ist.

Für den technischen Fischaufstieg im Böschungsbereich ist das Einbringen von Spundwänden notwendig. Aufgrund der lockeren bis mitteldichten Lagerung und leichten bis mittleren Rammbarkeit (bis max. -7,0 m unter GOK) ist ein Einbringen von Spundwänden in die lockeren bis mitteldicht gelagerten Bereichen des Grundwasserleiters ohne gesonderte Maßnahmen möglich. Da die Erkundungstiefen der BGU nicht die notwendigen Einbindetiefen der geplanten Spundwand vollständig abbilden, sind für das Einbringen einer Spundwand zusätzlich geeignete Maßnahmen, wie z.B. Austauschbohrungen, in den Ausschreibungen vorzusehen, um einen geeigneten, rambaren Baugrund herzustellen.

Bedingt durch seine Genese ist der anstehende Auelehm im Baufeld vor Feuchtigkeit zu schützen. Dabei sind die Regelungen der ZTV-W LB 205 [T48] bzw. der ZTVE-StB [T24] zum Schutz eines möglichen Planums (z.B. Opferschicht) zu beachten. Daneben ändern auch die feinkörnigen Böden bei Durchfeuchtung ihre Konsistenz in den steifen bis weichen Bereich, womit sie geringer belastbar und ggf. nicht verdichtbar sind. Die Sande und Kiese der **Schicht 4** sind stark belastbar und nach Verdichtung wenig zusammendrückbar.

Für die Standsicherheitsuntersuchungen sind die Bodenkennwerte aus Tabelle 11, Kap. 5.4 maßgebend.

## 7.2 Befahrbarkeit und Wegebau

Der Mutterboden sowie die darunterliegenden Baugrundsichten **2b** und **3a-c** (Auelehme) sind feuchte- und frostempfindlich. Das Befahren bei ungünstigen Witterungsverhältnissen ist ohne zusätzliche tragfähigkeitsverbessernde Maßnahmen nicht zu empfehlen.

Detaillierte Planungen zu Straßen / Wegen und dessen Aufbau liegen bislang nicht vor, so dass vorerst nur allgemeingültige Empfehlungen getroffen werden können. Bei der Planung sind die einschlägigen Normen und Regelwerke, insbesondere die Angaben der DWA-A 904 [T42] und der ZTV E-StB 17 [T24] zu berücksichtigen. Es wird empfohlen die Bemessung der Dicke des frostsicheren Oberbaus vorerst mit folgenden Eingangswerten durchzuführen:

Frosteinwirkungszone: II

Frostempfindlichkeit des Untergrundes: überwiegend F3

Wasserverhältnisse: Grund- bzw. Schichtwasser kommt im Tiefenbereich bis 3,0 m unter Planum temporär vor. Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse sind zu berücksichtigen.

In der ZTV E-StB 17 [T24] werden für Straßen und Wege in der Regel Tragfähigkeiten von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  für das Planum gefordert. Gemäß dem Merkblatt DWA-A 904 [T42] ist für Wirtschaftswege eine Mindesttragfähigkeit des Untergrundes von  $E_{v2} = 30 \text{ MN/m}^2$  erforderlich. Erfahrungsgemäß liegt die Tragfähigkeit der bindigen Böden bei den steifen bis halbfesten Konsistenzen im Bereich von  $E_{v2} < 10 - 15 \text{ MN/m}^2$ . Das Planum lässt sich bei den erkundeten steifen bis halbfeste Konsistenzen noch ausreichend nachverdichten. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die erforderlichen Anforderungen an die Planums-Tragfähigkeit ohne zusätzliche Maßnahmen nicht erreichbar sind.

Dabei ist planungsseitig zu prüfen, ob die Teilleistung „Baustraße“ in die Gesamtkonstruktion integriert werden kann. Hierbei kann z.B. nach Abtrag des Oberbodens eine Bodenverbesserung von 40 cm Mächtigkeit durch Einbringen von hydraulischen Bindemitteln erfolgen. Die Art und die Dosierung sind im Zuge einer Eignungsprüfung zu ermitteln. Auf diese mit ca. 3 % Querneigung profilierte Schicht ist eine ungebundene Tragschicht von mindestens 40 cm vorzusehen. Alternativ ist der Einbau eines Geoverbundstoffes oder ein ca. 40 cm mächtiger Bodenaustausch, durch Einarbeitung von Grobmaterial, möglich. Die Gesamtdicke wird auf ca. 80 cm geschätzt, für genauere Angaben wären ergänzende Untersuchungen im Bereich der geplanten Baustraße erforderlich.

## 7.3 Verwendung von Böden für Erdarbeiten

Im Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetzes sollten die anfallenden Böden im Rahmen der Baumaßnahme wiederverwendet werden.

Sofern die aus dem Untersuchungsbereich entnommenen Böden nicht am Herkunftsort wieder eingebaut werden können oder sollen, unterliegen diese dem Geltungsbereich des Abfallrechts (KrWG) und den Regelungen der LAGA TR Boden (2004) bzw. der Ersatzbaustoffverordnung (2023). Der Umfang dieser Verwertung ergibt sich letztlich erst aus der Massenbilanz im Rahmen der weiteren Planung. Für die standortfremde Verwertung der anfallenden Böden und Materialien wird die Erstellung eines Entsorgungskonzeptes, welches den fachgerechten Umgang mit nicht wiederverwendbaren Böden und Materialien beschreibt, empfohlen. Im Rahmen der Bauausführung sollten zusätzliche Maßnahmen zur ordnungsgemäßen und schadlosen Verwertung der Böden eingeplant werden (fachtechnische Begleitung, Abfalldokumentation, Entsorgungsnachweise, Nachweisdokumentation etc.). Nach gegenwärtigem Kenntnisstand können die untersuchten Böden folgenden AVV-Abfallschlüsseln zugeordnet werden:

– Oberboden: ASN 170506 - Baggergut mit Ausnahme desjenigen, das unter 17 05 05 fällt (gilt für Baggergut im Sinne von DIN 19731 [T49] aus dem Überschwemmungsbereich des Gewässers)

– Abtragsböden: ASN 170504 - Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen

Abbruch: ASN 170107 – Beton-, Ziegel, Fliesen mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 01 06 fallen

Dementsprechend können die anstehenden Böden gemäß Tabelle 13 wieder verwendet werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der natürliche Wassergehalt der oberflächennahen Schichten im Wesentlichen von Tagwässern beeinflusst wird, so dass Verdichtbarkeit und Konsistenz unter diesem Aspekt angepasst zu bewerten sind.

Tabelle 13: Verwendung für gewachsene Böden

	Oberboden	Auelehme		Sande und Kiese,	
		feinkörnig	gemischtkörnig	grobkörnig	gemischtkörnig
Böschungswinkel <sup>1)</sup>	≤ 45°	≤ 60°	≤ 60°	≤ 45°	≤ 60°
Verwendung als:					
Dichtung	nein	ja <sup>2)3)</sup>	ja <sup>2)3)</sup>	nein	nein
Stützkörper	nein	nein	ja <sup>2)3)</sup>	ja	ja
Dränkörper	nein	nein	nein	ja <sup>2)</sup>	ja <sup>2)</sup>
Auffüllung	nein	ja	ja	ja	ja
Kulturboden	ja	nein	nein	nein	nein

Erläuterungen zu Tabelle 13

- 1) Ist nur für Böden oberhalb des Grundwasserspiegels gültig, in Anlehnung DIN 4124
- 2) sofern die Anforderungen an die Durchlässigkeit sowie weiterer Kriterien im QSP erfüllt werden
- 3) mindestens steife Konsistenz für feinkörnige Böden

Nachfolgend werden für die nach derzeitigem Kenntnisstand anfallenden Böden / Materialien die Wiederverwendungsmöglichkeiten aus geotechnischer Sicht aufgezeigt.

### Oberboden Schicht 1

Vor Beginn der Arbeiten ist der Oberboden im gesamten Baufeld abzutragen und separat von den übrigen Abtragsmaterialien zu lagern. Der Oberboden ist in Trapezmieten locker aufzusetzen und ggf. mit einer Rasenansaat für eine spätere Wiederverwendung zu sichern. Er ist nicht zu überschütten oder zu überfahren. Es wird empfohlen den Oberboden im Rahmen der Baumaßnahme wieder zu verwenden. Die geplante Arbeitsebene im bestehenden Deichbereich ist vor Beginn der Arbeiten nachzuverdichten, um einen Verdichtungsgrad der einzubauenden Böden von mindestens  $D_{Pr} \geq 95 \%$  bzw. eine Tragfähigkeit von  $E_{v2} = 30 \text{ MN/m}^2$  (feinkörniges - grobkörniges Material) zu erreichen. Das technologische Regime ist im Rahmen von Probefeldern zu ermitteln und mittels baubegleitender Verdichtungsprüfungen gemäß Qualitätssicherungsplan zu bestätigen.

### Gewässersedimente

Vor der Neuprofilierung der Gewässerböschungen am geplanten Ein- und Auslauf der FAA sollte das vorhandene Sediment in diesen Bereichen abgetragen werden. Dabei sind die breiige bis weiche Konsistenz und der sehr hohe Wassergehalt zu beachten. Diesbezüglich sollte vor der weiteren Verwendung eine Zwischenlagerung und Austrocknung vorgesehen werden. Im Rahmen der Baumaßnahme ist eine Wiederverwendung in Verbindung mit der Oberbodenabdeckung oder als Sohlssubstrat denkbar. Dies sollte ggf. mit der zuständigen Abfallbehörde geklärt werden. Aus bodenmechanischer / geotechnischer Sicht ist das Material für den Wiedereinbau ungeeignet.

### grob- bis feinkörnige Auffüllungen (Schicht 2a-b)

Die an den geplanten Bauwerksstandorten, überwiegend oberflächlich, meist im Bereich der Wegbefestigungen angetroffenen Auffüllungen mit unterschiedlichen mineralischen Fremdbestandteilen sollten auf Grund der Umweltanalysen (Materialklassen > BM-F3/BG-F3, TR LAGA > Z2) nicht wieder eingebaut werden.

### Auelehm (Schicht 3a und c)

Die anstehenden gemischt- bis feinkörnigen Auelehme (Homogenbereich D) weisen überwiegend steife bis halbfeste Konsistenzen auf. Sie sind bei diesen Konsistenzen für den Wiedereinbau als Dichtungsmaterial in der Gewässersohle, zur Gewässerprofilierung, Deichaufbau oder im Hinterfüllbereich gut geeignet. Sollten die Auelehme aufgeweicht sein, sind sie im Allgemeinen aufgrund zu hoher Wassergehalte für den unmittelbaren Wiedereinbau nicht geeignet. In diesem Fall wären zur Erzielung von mindestens steifen Konsistenzen eine Zwischenlagerung und Austrocknung, eine Behandlung mit Bindemitteln oder das Zumischen von bindigem / grobkörnigen Material mit geringen Wassergehalten denkbar.

### Auelehm (Schicht 3b)

Die anstehenden feinkörnigen Auelehme (Homogenbereich E) sind organisch und weisen überwiegend weiche bis steife Konsistenzen auf. Diese Böden sind sehr stark wasserempfindlich, stark frostempfindlich, gering durchlässig, schlecht verdichtbar und zeichnen sich durch ein sehr ungünstiges Trag-/Setzungsverhalten aus. Sie sind für jede Art Baugrund und als Planum ungeeignet.

### Gemischtkörnige, grobkörnige quartäre Flussablagerungen (Schicht 4)

Die unterhalb der holozänen Auelehme anstehenden Sande und Kiese (Homogenbereich F) sind grundwasserführend. Sie sind gut bis sehr gut durchlässig, nicht bis gering frostempfindlich, gut verdichtbar und sehr gut tragfähig sowie gering setzungsempfindlich. Für Tiefengründungen sind sie gleichfalls, nach Verdichtung, geeignet.

## **7.4 Lösbarkeit und Rammpbarkeit von Böden**

Die Auswertung der schweren Rammsondierungen (DPH) erfolgte unter Einbeziehung der Ergebnisse der Schlüsselbohrungen. Die Angaben zur bezogenen Lagerungsdichte ( $I_D$  nach DIN 14688 [T20]) für Sande, Kiessande und Kiese wurden aus den Korrelationen der DIN EN 1997-2 [T3] abgeleitet. Dabei ist jeweils ein Mittelwert für  $N_{10}$  über mindestens 1 m Eindringtiefe herangezogen worden. Schichten, die eine Mächtigkeit von weniger als 1 m aufweisen, wurden bei der Auswertung nicht berücksichtigt. Des Weiteren sind nur Tiefenbereiche unterhalb der Oberflächeneinflusstiefe von 1 m betrachtet worden.

Als Grundlage für die Beurteilung der Lagerungsverhältnisse dient die Klassifizierung in DIN EN ISO 14688 [T20], Tabelle 5, anhand der bezogenen Lagerungsdichte  $I_D$ .

Tabelle 14: Klassifizierung mithilfe der bezogenen Lagerungsdichte

Bezeichnung relative Dichte	Bezogene Lagerungsdichte $I_D$
sehr locker	0 – 0,15
locker	0,15 – 0,35
mitteldicht	0,35 – 0,65
dicht	0,65 – 0,85
sehr dicht	0,85 – 1,00

Aus den Schlagzahlen der DPH können so die jeweiligen Lagerungsverhältnisse abgeleitet werden. Diese sind in den Schichtenprofilen der Anlage 4 jeweils schichtbezogen vermerkt. Aus den ermittelten Schlagzahlen können für Sande und Kiese (**Schicht 4**) folgende Lagerungsverhältnisse bzw. für Auelehme (**Schicht 3**) folgende Konsistenzen abgeleitet werden.

Tabelle 15: Auswertung der DPH, abgeleitete Kennwerte

Schicht	Bodengruppe	Lagerung/ Konsistenz	N <sub>10</sub>	I <sub>D</sub>
2a	A[SW-SU, GW-GU]	s.lo - lo	2 - 5	0,00-0,30
2b	A[SU*-UM,ST*-TM,OU/OH]	w - st	0 - 5	-
3a, 3c	SU*,ST* UL,TL,UM,TM	st - hf	1 - 5	-
3b	UA, TA, OU/OT	w - st	0 - 3	-
4	GW-GU, SW-SU	lo - md	3 - 7	0,15 – 0,40

Lagerung: sehr locker (s.lo), locker (lo), mitteldicht (md), dicht (d), sehr dicht (sd)  
 Konsistenz: weich (w), Steif (st), halbfest (hf), fest (f)

Nach den vorangegangenen Baugrundgutachten /5, 6/ kann bei größeren Kiesen/Steinen bzw. bei Konsistenzänderungen der feinkörnigen Böden auch eine schwere Rammbarkeit oberhalb der ausgewiesenen Geländehöhe anzutreffen sein, so dass für die Rammtechnik entsprechende Einbringtechniken vorzusehen sind.

Prinzipiell können Spundwände/Stahlträger mittels schlagender Rammung, erschütterungsarmer Vibration/Rütteln oder erschütterungsfreiem Pressen eingebracht werden. Bei der Wahl des Rammgutes (Profile und Material) und des Einbringverfahrens sind die statisch erforderlichen Einbringtiefen, die örtlichen innerstädtischen Verhältnisse, die Nähe zu Verkehrsanlagen sowie wirtschaftliche Aspekte planerisch zu beachten. Die Wahl der Gerätetechnik für das Einbringen und Ziehen ist auf die beschriebenen Baugrundverhältnisse und die Einbringtiefe abzustellen. Für das Einbringen sind die Hinweise und Empfehlungen in der EAU (u.a. E154) [T44] zu beachten.

Ausgehend vom bisherigen Kenntnisstand kommt i.d.R. das Einbringen mittels Vibration/Rütteln und ggf. Einpressen in Betracht. Das Einbringen mittels schlagender Rammung wäre nur bei sehr großen Einbringtiefen erforderlich.

Das Vibrieren / Rütteln ist im Allgemeinen eine lärmarme und erschütterungsarme Einbringmethode. Stand der Technik sind Mäkler geführte oder auch freireitende Hochfrequenzvibratoren. Grundsätzlich werden Bauwerke im Einflussbereich der Rüttler durch Schwingungen z.B. der Fundamente und Geschossdecken beeinflusst. Die DIN 4150 (Teil 3) [T50] enthält Anhaltswerte für zulässige Schwinggeschwindigkeiten.

Bei Böden mit halbfesten Konsistenzen und dichten Lagerungen können nur mit Einbringhilfen (Vorbohren) die erforderlichen Einbringtiefen erzielt werden. Zusätzlich sollten weitere Maßnahmen (z.B. Austauschbohrungen) vorgesehen werden. Durch die Vibration, vor allem bei hohen Drehzahlen/Frequenzen, ist bei locker bis mitteldicht gelagerten Sanden und Kiesen eine zunehmende Verdichtung zu erwarten, so dass mit dem Einbringen nachfolgender Bohlen größere Einbringwiderstände auftreten. Daher sollte mehrfaches Vorbohren eingeplant werden.

Ohne Einbringhilfen ist das Pressen nur in den steifen feinkörnigen Auelehmen zu empfehlen. Bei halbfesten Konsistenzen und in den mitteldicht bis dicht gelagerten Sanden und Kiesen ist das Einpressen nur mit Einbringhilfen (i.d.R. Vorbohren) noch sehr eingeschränkt bzw. nicht geeignet.

Abhängig von den tatsächlich statisch erforderlichen Tiefen, sind für alle Verfahren aufgrund der Bodenverhältnisse in jedem Fall Einbringhilfen vorzusehen. In erster Linie kommen hierfür Lockerungsbohrungen in Frage, die den Bohlen/Trägern unmittelbar vorausseilen müssen. Aufgrund der teils mit zunehmenden Tiefen schwierigen Verhältnisse muss von mehrfachem Vorbohren ausgegangen werden. Sind durch das Vorbohren keine ausreichenden Tiefen erzielbar, kommen zusätzliche Maßnahmen wie Spülhilfen (siehe EAU, E203) im Niederdruckspülverfahren und Austauschbohrungen mit rambbarem Material in Betracht. Alle Einbringverfahren setzen grundsätzlich voraus, dass keine Hindernisse im Boden vorhanden sind. Hohe Stein-/Blockanteile oder sehr grobe Auffüllungen stellen die Anwendbarkeit der Verfahren in Frage. Derartige Hindernisse wurden zwar nicht erkundet, können geologisch bedingt und aufgrund der Lage nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Daher sollten neben den empfohlenen Einbringhilfen auch Maßnahmen zur Hindernisbeseitigung durch Austauschbohrungen vorgesehen werden.

Gemäß dem derzeitigen Planungsstand sind explizit keine pfahlartigen Tragglieder vorgesehen, kommen jedoch grundsätzlich in Betracht. Sofern entsprechende Tiefgründungen in der weiteren Planung geplant sind, kann eine entsprechende Präzisierung der Kennwerte erfolgen. Die zur Bemessung von Bohrpfählen erforderlichen Kennwerte für den Pfahlsitzenwiderstand  $q_{b,k}$  und die Pfahlmantelreibung  $q_{s,k}$  können anhand von Erfahrungswerten gemäß der EA-Pfähle, Tabellen 5.12 bis 5.14 [T51] abgeschätzt werden. Maßgebend für die Einschätzung ist bei nicht bindigen Böden der mittlere Spitzenwiderstand  $q_c$  der Drucksonde (CPT) und bei bindigen Böden die Scherfestigkeit  $c_{u,k}$  des undränierten Bodens. Die Anwendung der Tab. 5.12 - 5.14 in der EA-Pfähle [T51] gilt unter folgenden Voraussetzungen:

- Bohrpfähle mit  $d = 0,3$  bis  $3,0$  m,
- Mindesteinbindung von  $2,5$  m in eine tragfähige Schicht,
- Mächtigkeit der tragfähigen Schicht unterhalb der Pfahlfußfläche nicht weniger als drei Pfahlfußdurchmesser, mindestens aber  $1,5$  m beträgt und in diesem Bereich  $q_c > 7,5$  MN/m<sup>2</sup> bzw.  $c_{u,k} \geq 100$  kN/m<sup>2</sup> nachgewiesen ist.

Die horizontalen Bettungsmodule können näherungsweise nach DIN 1054 [T16] über die Formel:

$$k_s = \frac{E_s}{D}$$

mit:

$k_s$  ... horizontaler Bettungsmodul in MN/m<sup>3</sup>

$E_s$  ... Steifemodul in MN/m<sup>2</sup>

$D$  ... Pfahldurchmesser in m ansetzen solange  $D \leq 1,0$ m, sonst  $D = 1,0$ m

ermittelt werden. Der Anwendungsbereich der Gleichung ist durch eine rechnerische maximale charakteristische Horizontalverschiebung von ca.  $2,0$  cm oder  $0,03 D$  begrenzt, wobei der kleinere Wert maßgebend ist. Es wird empfohlen, die Pfahlfüße in Bereichen mit  $q_c \geq 7,5$  MN/m<sup>2</sup> abzusetzen. Dies sind in der Regel die Sande und Kiese (**Schicht 4**) bei mittleren Schlagzahlen der DPH von min.  $N_{10} = 8 - 10$ .

Tabelle 16: Pfahlsitzendruck und Pfahlmantelreibung für Bohrpfähle in Anlehnung EA-Pfähle und DIN 1054

Schicht		ermittelte/ abgeleitete Bodenparameter			Bruchwert der Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Pfahlsitzendruck $q_{b,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ] <sup>1)</sup>
		$c_{fu,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$N_{10}$	$q_c$ [MN/m <sup>2</sup> ]		
2a	locker	-	1-3	2,5-7,5	20-60	0,7-1,05 (0,02) 0,9-1,35 (0,03)
	mitteldicht	-	3-5	7,5-15	60-100	2,0-3,0 (0,1)

Schicht		ermittelte/ abgeleitete Bodenparameter			Bruchwert der Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Pfahlspitzendruck $q_{b,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ] <sup>1)</sup>
		$c_{t,u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$N_{10}$	$q_c$ [MN/m <sup>2</sup> ]		
2b	weich-steif	Ø20	0-2	-	20-25	-
	halbfest	Ø35	2-5	-	25-30	
3a-c	weich-steif	Ø20	0-2	-	20-25	
	halbfest	Ø50	2-5	-	25-30	
4	locker	-	2-4	2,5-7,5	30-60	0,7-1,05 (0,02) 0,9-1,35 (0,03) 2,0-3,0 (0,1)
	mitteldicht	-	4-7	7,5-15	60-100	

<sup>1)</sup>...bezogene Pfahlkopfsetzung

Für die Herstellung von Mikropfählen ist die DIN EN 14199 in Verbindung mit DIN SPEC 18539 maßgebend.

Im Allgemeinen ist bei den anstehenden Böden bis zu einem Spitzendruck  $q_c < 25$  MPa und bei weichen bis halbfesten Konsistenzen (Homogenbereich B, D, E) sowie mitteldichter Lagerung von einer leichten bis mittelschweren Bohrbarkeit auszugehen. Für dicht gelagerte Sande und Kiese muss lokal von  $q_c > 25$  MPa ausgegangen werden, so dass von einer schweren bis sehr schweren Bohrbarkeit auszugehen ist. Weiterhin kann der Steinanteil schwanken. Hindernisse in Form von Blöcken wurden nicht erkundet, können jedoch nicht ausgeschlossen werden. Daher sind entsprechende Maßnahmen zu deren Beseitigung vorzusehen (z.B. Meißelarbeiten).

Bei der Herstellung von Bohrpfählen muss dafür gesorgt werden, dass Wasser und /oder Boden nicht unkontrolliert in das Bohrloch eindringen. Dies ist insbesondere im Bereich der locker gelagerten, heterogenen Auffüllungen und die bereichsweisen weichen bindigen Böden zu erwarten. Die Stützung des gesamten Bohrloches ist mittels Verrohrung sicher zu stellen. Die Verrohrung sollte immer dem Aushub vorausziehen. Bei der Herstellung sind die maßgebenden Grundwasserstände in den jeweiligen Planungsabschnitten zu beachten.

Entsprechend sind die Bohrpfähle mit Wasserauflast (min. 1,0 m über maßgebenden Grundwasserstand) herzustellen. Die Art der Bohrwerkzeuge muss den jeweiligen Bodenarten angepasst werden. Im Bereich der Sande und Kiese (Homogenbereich F) muss von einem hohen Verschleiß der Bohrwerkzeuge ausgegangen werden. Vor dem Betonieren ist die Bohrlochsohle zu reinigen. Im Bereich der Auffüllung und der weichen, bindigen Böden ist die Betonzufuhr und Ziehgeschwindigkeit der Verrohrung so abzustimmen, dass kein Boden und Wasser in den Beton eindringt. Gegebenenfalls muss eine bleibende Verrohrung oder Hülse vorgesehen werden, um den Frischbeton im Bohrloch zu halten. Es wird empfohlen an den fertigen Pfählen zum Nachweis der Mängelfreiheit Integritätsprüfungen durchzuführen.

Für die Aufstandsfläche der Bohr- und Rammtechnik ist eine ausreichend breite und tragfähige Arbeitsebene vorzusehen.

Eine konkrete Auswertung der Rammsondierungen mit Bezug zu den Böden ist dem Kapitel 5.3.4 zu entnehmen.

## 7.5 Grundwasser und Wasserhaltung

Die Sande und Kiese des Quartärs bilden den obersten Grundwasserleiter. Die Grundwasseroberfläche wurde während der diesjährigen Erkundungsphase (18.12.2023 bis 19.12.2023) zwischen +101,24 m NHN<sub>16</sub> und +103,60 m NHN<sub>16</sub> in Ruhe gelotet.

Die Grundwasserstände sind aus dem Baugrundlängsschnitt (Anlage 3) zu entnehmen.

Die klimatischen Bedingungen während der Erkundungsphase waren durch hohe Niederschläge bei milden Temperaturen geprägt.

In Abhängigkeit vom Wasserstand der Nahle und von der Mächtigkeit des über den wasserführenden, grobkörnigen Böden anstehenden Auelehms ist überwiegend von gespannten Grundwasserverhältnissen auszugehen. Daher sind nachfolgende Empfehlungen zu beachten:

- Nachverdichtung der Gründungssohle unter Berücksichtigung der Anmerkung unter Pkt. 7.2, ggf. ist zur Verhinderung des Aufsteigens von Bodenwasser statisch zu verdichten.
- Bei ggf. geplanten Bauwerken mit tieferliegender Gründungssohle sind gesonderte Betrachtungen bezüglich einer eventuellen Wasserhaltung erforderlich.

Zu Tage tretendes Grundwasser lässt sich erfahrungsgemäß bis max. 0,30 m über Gründungssohle, abhängig von der Baugrubengröße bzw. der Haltungslängen, noch mit einer ausreichend leistungsfähigen, offenen Wasserhaltung bestehend aus Sickergräben / -leitungen an den Böschungsfüßen und Pumpensäumpfen in den Ecken der Baugruben, beherrschen. Sofern die geplante Gründungssohle / Baugrubensohle tiefer im Grundwasser liegt als angenommen, muss eine geschlossene Wasserhaltung vorgesehen werden. Aufgrund der guten bis sehr guten Durchlässigkeit des Grundwasserleiters kommen bei geringen Absenkbeträgen und abhängig von der Größe und Tiefe der Baugrube Spülfilteranlagen (Lanzen) in Betracht.

Spülfilteranlagen haben jedoch vordergründig in Sanden ihr optimales Einsatzspektrum. In den Kiesen kann die Leistungsfähigkeit dieser Anlagen, immer abhängig von den Absenkbeträgen und der Baugrubengröße, möglicherweise nicht ausreichen. Ggf. sind gestaffelte Anlagen vorzusehen. Bei größeren Baugruben und hohen Absenkbeträgen kommen erfahrungsgemäß nur Schwerkraftentwässerungsverfahren mittels Tiefbrunnen in Betracht. Diese sind bei entsprechender Dimensionierung sowohl in Sanden als auch in Kiesen geeignet. Grundsätzlich sind auch wasserdichte Baugrubenumschließungen (z.B. Spundwände) mit einer wasserdruckhaltenden und dichten Unterwasserbetonsohle in Verbindung mit einer offenen Restwasserhaltung denkbar.

Der Zutritt von Oberflächenwasser aus den Gewässerläufen in die Baugruben ist durch geeignete bauzeitliche Maßnahmen (z.B. ober- u. unterstromige Fangedämme oder Gewässerverlegung) zu verhindern.

Prinzipiell ist für den Betrieb einer bauzeitlichen Grundwasserhaltung (Fördern von Grundwasser und Einleiten des Grundwassers in ein Oberflächengewässer) ein Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis bei der zuständigen Behörde einzuholen. Bei Wassereinleitungen aus Grundwasserabsenkungen ist gemäß der Stadt Leipzig eine Grundwasseranalyse (nach Abwasserverordnung AbwV) beizufügen.

Als Grundlage für das wasserrechtliche Erlaubnisverfahren sollte eine technische Konzeption und Dimensionierung der Wasserhaltung erfolgen, um die anfallenden Wassermengen und die Reichweite abschätzen zu können sowie die technischen Grundlagen (Anzahl, Tiefe, Dimension der Brunnen etc.) für die Planung und Ausschreibung zu schaffen.

Eine ausreichende Erfassung der hydraulischen Verhältnisse im Untergrund ist nur durch entsprechende Vorortuntersuchungen über Pumpversuche mit entsprechenden Beobachtungsmessstellen möglich. Zur Präzisierung der Aussagegenauigkeit ist die Durchführung von Pumpversuchen an den Bauwerksstandorten, an denen eine Wasserhaltung erforderlich ist, generell zu empfehlen, um im Untersuchungsgebiet den Eingriff in den Wasserhaushalt sowie in die Natur so gering wie möglich zu gestalten.

## 7.6 Gründung

Aufgrund unterschiedlicher Tragfähigkeitseigenschaften zwischen feinkörnigen, kohäsiven Auelehmen/ Auffüllungen (**Schichten 2b, 3a-b**) und quartären Sanden / Kiesen (**Schicht 4**) wird empfohlen, ggf. geplante Flachgründungen einheitlich in den gut tragfähigen, setzungsunempfindlichen, mitteldicht bis dicht gelagerten Sanden und Kiesen zu gründen.

Für das Bauwerk und die Gründung sind die entsprechenden Nachweise zur Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit gemäß DIN EN 1997-1 [T2] und DIN 1054:2010-12 [T16] zu führen. Gegebenenfalls kann bei dem Nachweis der Tragfähigkeit der „Vereinfachte Nachweis in Regelfällen“ gemäß DIN 1054:2010-12 [T16] angewendet werden, sofern folgende Voraussetzungen /nach 5, 6/ erfüllt sind:

- Die Fundamentsohle ist waagrecht und Geländeoberfläche und Schichtgrenze verlaufen annähernd waagrecht.
  - Der Baugrund weist bis in eine Tiefe unter der Gründungssohle, die der zweifachen Fundamentbreite entspricht, mindestens jedoch bis 2,0 m Tiefe eine ausreichende Festigkeit auf (bei nicht bindigen Böden mit  $U > 3$ : mittlere Lagerungsdichte  $D \geq 0,45$  und bei bindigen Böden eine mindestens steife Konsistenz oder eine einaxiale Druckfestigkeit von mindestens  $q_{u,k} = 120 \text{ kN/m}^2$ ).
  - Das Fundament wird nicht regelmäßig oder überwiegend dynamisch beansprucht. In bindigen Böden entsteht kein nennenswerter Porenwasserüberdruck.
  - Die Neigung der resultierenden charakteristischen Beanspruchung in der Sohlfläche hält die Bedingung  $\tan \delta E = H_k/VK \leq 0,2$  ein.
  - Die zulässige Lage der Sohldruckresultierenden ist eingehalten (keine klaffende Fuge). Die Bemessungswerte  $\sigma_{R,d}$  des Sohlwiderstandes können den Tabellen A 6.1 bzw. A 6.2 in DIN 1054:2010-12 [T16] für die maßgebende Fundamenteinbindetiefe entnommen werden. Ob eine Anwendung hinsichtlich der weiteren Bedingungen tatsächlich möglich ist, ist durch den Planer zu prüfen.
- Für Bauwerke ohne großen Lasteintrag (z.B. kleine und mittlere Durchlässe) ist auch eine Gründung in den feinkörnigen Auelehmen/ Auffüllungen (**Schichten 2b, 3a**) möglich. Die Gründungssohlen sind statisch nachzuverdichten und ggf. sind entsprechend der planerischen Vorgabe / der Bauaufgabe ausreichend dimensionierte Bodenaustauschschichten (z.B. Mineralgemisch) vorzusehen. Flachgründungen müssen frostfrei erfolgen. Für Widerlagergründungen ist alternativ zur Ertüchtigung durch das Einwalzen von Grobmaterial auch das Einarbeiten von Bindemittel möglich.
- Bei der Planung und Ausführung sind u.a. die Anforderungen aus der DIN 19712 [T8] und ZTV-W LB 205 [T48] zu berücksichtigen. Die Regelungen der ZTV-E StB 17 [T24] für das Hinterfüllen und Überschütten von Bauwerken sowie die Bauwerksentwässerung sind zu beachten.
- Sofern möglich, sollten alle Gründungssohlen bzw. die Bodenaustauschsohlen durch einen Baugrundsachverständigen begutachtet, dokumentiert und abgenommen werden.
- Sofern Tiefgründungen, wie z.B. Bohrpfahlgründungen oder Kleinverpresspfähle geplant sind, stellen die o.g. Sande und Kiese (**Schicht 4**, nach entsprechender Bemessung) einen gut tragfähigen und geeigneten Baugrund dar. In diese sollten die Pfahlfüße abgesetzt werden. Die steifen bis halbfesten, kohäsiven, feinkörnigen Auelehme stellen einen ausreichend tragfähigen Baugrund zur Aufnahme von begrenzten Mantelreibungsanteilen dar.

## 7.7 Allgemeine Hinweise

Projekträger und Planer werden ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die im geotechnischen Bericht beinhaltete Darstellung der Bodeneigenschaften auf stichpunktartiger Baugrunderkundung beruht und lokale Abweichungen nicht erfasst sind.

Dies beinhaltet auch die Aussagegültigkeit der durchgeführten chemischen Untersuchungen bzgl. einer abfallrelevanten Betrachtung.

Mit dem konkreten Eingriff in den Baugrund im Zuge der Bauausführung können sich Detailerkennnisse ergeben, die zu Planungsanpassungen führen. Aus vorgenanntem Aspekt wird empfohlen, die Bearbeiter dieses geotechnischen Berichtes in den weiteren Ablauf des Vorhabens einzubinden. Die Aussagen in Kapitel 7 basieren auf den örtlichen Gegebenheiten, den technischen Regeln sowie den Erfahrungen der Baugrundgutachter. Über die konkrete Umsetzung dieser Empfehlungen entscheiden das Planungsbüro sowie die bauausführende Firma. Zur Sicherung einer normgerechten Bauausführung sollten die Maßnahmen zur Qualitätssicherung vorgegeben und baubegleitend umgesetzt werden.

## 8. Geotechnische Beurteilung der gewählten Varianten, Empfehlungen

Aus geotechnischer Sicht ist das Bauvorhaben bei den vorhandenen Baugrundverhältnissen realisierbar. Für die Planungen sowie die Baumaßnahme sind die allgemeinen Empfehlungen aus Kapitel 7 /in Anlehnung aus 6/, sowie die Baugrundverhältnisse im Abschnitt Punkt 5.3.4 zu berücksichtigen.

Im Folgenden werden noch zusätzlich Anmerkungen des Baugrundgutachters aufgeführt.

### 8.1 Fischaufstiegsanlage

- Die Einstieg- und Ausstiegbauwerke der Fischaufstiegsanlage können im anstehenden Baugrund nicht einfach geründet werden. Die Bereiche der Aushubsohle sind nach planerischer Bemessung auszutauschen bzw. zu stabilisieren.
- Der anstehende grob- bis gemischtkörnige Auffüllungsbereich ist nicht für den Wiedereinbau geeignet (Umweltparameter).
- Die natürlichen Auelehme sind ohne gesonderte Maßnahmen nicht wiederverwendbar.
- Böschungen im Bereich der Fischaufstiegsanlage sind mit einer Neigung von min. 1:1,5 auszuführen. Ist eine Durchströmung der Böschung nicht auszuschließen, sollte die Böschung  $\leq 1:3$  gewählt werden.
- Der Wanderkorridor soll mittels Spundwand errichtet werden. Möglich ist auch die Errichtung einer Bohrpfehlwand.
- Die Spundwandbohlen sind ausreichend tief in die Auffüllungen/ Auelehme bzw. Flussschotter einzubinden. Bei der Wahl des Spundwandsystems und der Einbautechnologie sind eventuelle Rammschwierigkeiten (Bereich der zu erwartenden Spundwandsohle nicht erkundet), zu beachten.
- Schlösser sind wasserdicht auszubilden.
- Empfohlen wird für freistehende Spundwände bis zu einer Höhe von 2,50 m eine im Baugrund eingespannte Konstruktion. Für größere Höhen sollte auf eine im oberen Bereich abgestützte bzw. verankerte und im Baugrund aufgelagerte bzw. teileingespannte Konstruktion zurückgegriffen werden.
- Zur besseren Kontrolle der voraussichtlich stark zulaufenden (vertikal/ horizontal) Wassermengen sowie zur besseren Überwindung des vorliegenden Geländeprofiles zwischen Ober- und Unterlauf ist ein etappenweiser Bau entlang der FAA anzustreben.
- Mögliche Flächengründungen haben in jedem Fall frostfrei zu erfolgen. Es wird eine frostfreie Einbindetiefe von 0,80 m gegeben.

### 8.2 Brückenbauwerk

- Um die Erreichbarkeit des nördlichen Bereiches des Nahlewehrs zu gewährleisten soll eine Brücke den Fischpass überqueren.
- Es wird empfohlen, dass Bauwerk (Widerlager) einheitlich in gut tragfähigen, setzungsunempfindlichen Kies, Sand (**Schicht 4**) zu gründen. Ein entsprechend großer Bodenaustausch mit gut tragfähigem und verdichtungsfähigem Material wäre nötig. Alternativ sollte eine Tiefengründung mittels Bohrpfehlen in Betracht gezogen werden.
- Auf Grund der Gewässernähe wird ein geschlossener Spundwandkasten empfohlen. Ein Liegendstauer ist nicht aus den Aufschlüssen ersichtlich, die Lage der Gründung zum aktuellen Zeitpunkt nicht bekannt. Daher sind zusätzlich geschlossene Wasserhaltungen oder eine druckwasserdichte Unterwasserbetonsohle in Verbindung mit einer offenen Restwasserhaltung einzuplanen.

- Das angetroffene Grundwasser ist leicht gespannt. Entsprechend sollte die Auftriebsicherheit der geplanten Baugrubensohle nachgewiesen werden.

### 8.3 Allgemein

- Überschreitung der Vorsorgewerte BBodSchV Anl1, Tabelle 1 und sowie Tabelle 4 vorrangig Zink, Kupfer, Cadmium. Es ist unter Einbindung der zuständigen Behörden anzustreben, dass der Oberboden bzw. Auelehm im Rahmen der Maßnahme verwendet wird.
- Während der Wasserhaltung können zusätzlich wassergefährdende Stoffe aus oberflächennahen Altlasten oder von Abstromfahnen infolge der Potentialumkehr beigezogen, d.h. verfrachtet werden. Ebenfalls können durch die Absenkungsmaßnahme und die damit verbundene Sauerstoffzufuhr in einen ehemals reduzierenden Bereich Pfahlgründungen geschädigt werden.
- Die künftigen Arbeiten im Bereich der geplanten Fischaufstiegsanlage ziehen aus jetziger baugrundgutachterlicher Sicht keine standsicherheitsrelevanten Beeinträchtigungen der in nordwestlicher Richtung ca. 450 m Entfernung gelegenen ehemaligen Deponie (Möckern/ Nahleberg) nach sich. Bei abgeschlossener Planung zur Umsetzung der Maßnahme ist durch einen Sachverständigen für Standsicherheit dieser Sachverhalt abschließend zu beurteilen.

## 9 Zusammenfassung

Die GGL Geophysik und Geotechnik Leipzig GmbH (GGL) wurde von der Stadt Leipzig, Amt für Stadtgrün und Gewässer beauftragt im Bereich nordnordwestlich des Nahlewehrs ergänzende geotechnische und analytische Untersuchungen zur Erkundung der Baugrundsituation sowie die der geologischen und hydraulischen Verhältnisse als Baugrunduntersuchung als Grundlage für die Variantenfindung durchzuführen.

Dazu wurde der in der Auftragsleistungsbeschreibung der Erkundung /2/ abgestimmte Untersuchungsumfang entsprechend der örtlichen Gegebenheiten realisiert und in diesem Bericht zusammen mit den Ergebnissen beschrieben. Des Weiteren wurden die erkundeten Boden- gruppen zu Homogenbereichen zusammengefasst.

Danach sind folgende Aussagen für die weiteren Planungen möglich:

- Aus den Ergebnissen der Baugrund- und Laboruntersuchungen konnte ein detailliertes Baugrundmodell entwickelt werden. Dieses Modell wird in Kapitel 5.3.2 ausführlich beschrieben und ist in Tabelle 11 mit den Bodenkennwerten für die hydraulischen und Standsicherheitsberechnungen zusammengestellt.
- Das erarbeitete aktuelle Baugrundmodell bestätigt, ergänzt und präzisiert das Baugrundmodell aus Altuntersuchungen /5/.
- Für jedes Teilobjekt sind die Baugrund-, hydraulischen und Gründungsverhältnisse in Kapitel 5.3.4.1 detailliert beschrieben und in Anlage 3 entsprechend grafisch dargestellt.
- Aussagen zu den chemischen Untersuchungen nach EBV, DepV, BBodSchV, TR LAGA und zur Betonaggressivität und Stahlkorrosivität sind ausführlich in Kapitel 5.2.2 dargestellt.
- Für statische Bemessungen und Berechnungen sind die Bodenkennwerte aus Kapitel 5.4 maßgebend.



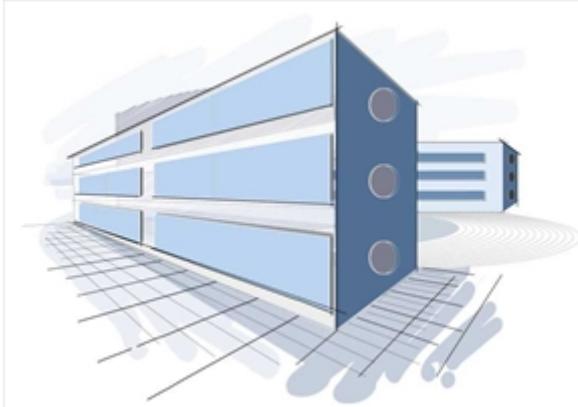
Th. Hohlfeld



N. Fischer

# LV-Kostenschätzung

Kurztext-LV



Projekt

**1457**

**FAA Nahlewehr**

Bauvorhaben

**Planung einer Fischaufstiegsanlage mit der Funktion eines Niedrigwasserregelungsbau... am Nahlewehr (FAA)**

-

Bauherr

**Stadt Leipzig**

**Amt für Stadtgrün und Gewässer**

-

-

Leistung (LV)

**02**

**Kostenschätzung**

Ausführungsbeginn

**k.A.**

Ausführungsende

**k.A.**

Kostenaufstellung

Wir bitten Sie, diese Kostenaufstellung zur Kenntnis zu nehmen.

- **Gesamt, Netto:** **2.073.008,00 EUR**
- zzgl. MwSt. (19,0 %): 393.871,52 EUR
- **Gesamt, Brutto:** **2.466.879,52 EUR**

Ansprechpartner

 Steiner

.....  
(Kostenaufstellung erstellt von - Unterschrift)

Seiten ohne Anlage(n) / Dokumentnr.

**Seiten: 20**

LV-Kostenschätzung, GP-Brutto (Kurztext-LV)

# LV-Kostenschätzung

FAA Nahlewehr (1457)

Projekt (1457)

## FAA Nahlewehr

Leistung (LV)

### 02 Kostenschätzung

#### Allgemein

- Bei der Erstellung dieser Kostenaufstellung wurden die in der Leistungsbeschreibung eingefügten Allgemeinen, Zusätzlichen, Technischen und Besonderen Vertragsbedingungen berücksichtigt.
- Alle Einzelpreise wurden Netto in EUR mit maximal drei Nachkommastellen errechnet.
- Vergabeverfahren: Öffentliche Ausschreibung.
- Zusätzlich zur Papierform oder PDF-Datei können Sie diese Kostenaufstellung auch per E-Mail bzw. Datenträger erhalten. Austauschformat: GAEB 90/ XML 3.2/ 3.3 (Datenart 82). GAEB-Struktur der Ordnungszahlen (Gliederung): '112233PPPPPI'.

#### Prognose / Budget

**Kostenaufstellung, Netto:** **2.073.008,00 EUR**

zzgl. MWSt. (19,0 %): **393.871,52 EUR**

**Kostenaufstellung, Brutto:** **2.466.879,52 EUR**

voraussichtliche Abzüge Netto: 0,00 EUR

voraussichtliche Abzüge Brutto: 0,00 EUR

**Geschätzter Zahlungsbetrag, Brutto:** **2.466.879,52 EUR**

Skontovereinbarung (0,0 %): 0,00 EUR

**Gesamt, Brutto abzgl. Skonto:** **2.466.879,52 EUR**

- Die hier ausgewiesenen Gesamtsummen dienen zur Prognose des zu erwartenden Zahlungsbetrages an den Leistungserbringer.

- LV-Budget, Netto: 0,00 EUR

- LV-Budget, Brutto: 0,00 EUR

- LV-Budget, Brutto abzüglich des geschätzten Zahlungsbetrages ergibt die Differenzsumme von: 2.466.879,52 EUR

- Der Abzug von Skonto ist abhängig von der Einhaltung der vereinbarten Zahlungsziele.

#### Vertragsbedingungen

- |                              |         |                            |         |
|------------------------------|---------|----------------------------|---------|
| - Skontovereinbarung:        | k.A.    |                            |         |
| - Skontobetrag:              | k.A.    |                            |         |
| - Abzüge Netto:              | k.A.    | - Abzüge Brutto:           | k.A.    |
| - Erfüllungsbürgschaft       | 0,0000% | - Bauleistungsversicherung | 0,0000% |
| - anteilige Baubeschilderung | 0,0000% |                            |         |
| - anteilige Baureinigung     | 0,0000% |                            |         |
| - anteiliges Bauwasser       | 0,0000% |                            |         |
| - anteiliger Baustrom        | 0,0000% |                            |         |

# Inhaltsverzeichnis

FAA Nahlewehr (1457)

<b>02</b>	<b>LV</b>	<b>Kostenschätzung</b>	
Nr.	Bezeichnung		Seite
		Deckblatt des Leistungsverzeichnisses	1
<b>01</b>	<b>Titel</b>	<b>Vorbereitende Arbeiten</b>	<b>4</b>
01.01	Bereich	Baustelleneinrichtung	4
01.02	Bereich	Baufeldfreimachung	5
01.03	Bereich	Baufelderschließung / Baustraße	5
01.04	Bereich	Wasserhaltung	6
<b>02</b>	<b>Titel</b>	<b>Technische Bearbeitung</b>	<b>7</b>
<b>03</b>	<b>Titel</b>	<b>Verkehrssicherung</b>	<b>9</b>
<b>04</b>	<b>Titel</b>	<b>Fischaufstiegsanlage (FAA)</b>	<b>10</b>
04.01	Bereich	Abbruch- und Aushubarbeiten	10
04.02	Bereich	Spundwandarbeiten	10
04.03	Bereich	Beton- und Stahlbetonarbeiten	11
04.04	Bereich	Becken - Sohlgestaltung	12
04.05	Bereich	Becken - Einbauten	12
04.06	Bereich	Bypassleitung	13
04.07	Bereich	Ausstattung	14
04.07.01	Abschnitt	Leiteinrichtung für Reuse	14
04.07.02	Abschnitt	Dambalkenverschluss	15
04.07.03	Abschnitt	Bediensteg / Brückenbauwerk	15
04.07.04	Abschnitt	Schildpfosten (Wasserwirtschaftliche Anlage)	15
04.07.05	Abschnitt	Blitzschutz	16
04.07.06	Abschnitt	Verschlusseinrichtungen	16
04.07.07	Abschnitt	Absturzsicherung FAA (optional)	16
04.08	Bereich	Flächenwiederherstellung	17
04.09	Bereich	Sonstige Arbeiten	17
<b>05</b>	<b>Titel</b>	<b>Stundenlohnarbeiten und Gerätekosten</b>	<b>18</b>
		<b>Zusammenfassung der Gliederungspunkte</b>	<b>19</b>

# LV-Kostenschätzung

FAA Nahlewehr (1457)

Nr.	Menge / Einheit	Preis (EP)	Gesamt (GP)	MwSt. (19,0%)	GP, Brutto
<b>02</b>	<b>LV</b>	<b>Kostenschätzung</b>			
01	Titel	Vorbereitende Arbeiten			
<b>01 Titel Vorbereitende Arbeiten</b>					
<b>01.01 Bereich Baustelleneinrichtung</b>					
<b>01.01.1</b>	<b>Baustelle einrichten, 5 % v. Titel 04 FAA</b>				
	1,000 Psch		GP ..... 85.000,00	MwSt. .... 16.150,00	<b>Brutto ..... 101.150,00</b>
<b>01.01.2</b>	<b>Baust.einrichtung vorh.u.betreiben</b>				
	7,000 Mt	EP ..... 3.500,00	GP ..... 24.500,00	MwSt. .... 4.655,00	<b>Brutto ..... 29.155,00</b>
<b>01.01.3</b>	<b>Baustelle räumen, 2 % v. Titel 04 FAA</b>				
	1,000 Psch		GP ..... 30.000,00	MwSt. .... 5.700,00	<b>Brutto ..... 35.700,00</b>
<b>01.01.4</b>	<b>Oberboden abtragen, seitlich lagern, einbauen, rekultivieren</b>				
	600,000 m3	EP ..... 25,00	GP ..... 15.000,00	MwSt. .... 2.850,00	<b>Brutto ..... 17.850,00</b>
<b>01.01.5</b>	<b>BE-Fläche, Lagerfläche vorbereiten, rückbauen Vlies + 50 cm Schotter</b>				
	2.000,000 m2	EP ..... 25,00	GP ..... 50.000,00	MwSt. .... 9.500,00	<b>Brutto ..... 59.500,00</b>
<b>01.01.6</b>	<b>Baubüro für AG auf- und abbauen Fläche 15 m2 1 Toilette</b>				
	1,000 St	EP ..... 3.700,00	GP ..... 3.700,00	MwSt. .... 703,00	<b>Brutto ..... 4.403,00</b>
<b>01.01.7</b>	<b>Baubüro vorhalten und betreiben für die Bauzeit</b>				
	7,000 Mt	EP ..... 450,00	GP ..... 3.150,00	MwSt. .... 598,50	<b>Brutto ..... 3.748,50</b>
<b>01.01.8</b>	<b>Bauzaun, Zaunhöhe 2,00 m Stahlgitter, zusätzl. beschwert</b>				
	250,000 m	EP ..... 10,50	GP ..... 2.625,00	MwSt. .... 498,75	<b>Brutto ..... 3.123,75</b>
<b>01.01.9</b>	<b>Anfertigen, liefern, aufstellen Bauschild</b>				
	1,000 St	EP ..... 1.250,00	GP ..... 1.250,00	MwSt. .... 237,50	<b>Brutto ..... 1.487,50</b>
<b>01.01.10</b>	<b>Rückbauen, verwerten Bauschild</b>				
	1,000 St	EP ..... 210,00	GP ..... 210,00	MwSt. .... 39,90	<b>Brutto ..... 249,90</b>
<b>01.01.11</b>	<b>Schutz für Baumstamm herstellen StU ü. 50-100 cm Polst.flex.Drai. Brett 24 mm Höhe ...</b>				
	5,000 St	EP ..... 85,00	GP ..... 425,00	MwSt. .... 80,75	<b>Brutto ..... 505,75</b>
<b>01.01.12</b>	<b>Baustillstand</b>				
	5,000 d	EP ..... 680,00	GP ..... 3.400,00	MwSt. .... 646,00	<b>Brutto ..... 4.046,00</b>
			Übertrag: ..... 219.260,00		

# LV-Kostenschätzung

FAA Nahlewehr (1457)

Nr.	Menge / Einheit	Preis (EP)	Gesamt (GP)	MwSt. (19,0%)	GP, Brutto
<b>02</b>	<b>LV</b>	<b>Kostenschätzung</b>			
01	Titel	Vorbereitende Arbeiten			
01.01	Bereich	Baustelleneinrichtung			
<b>Summe Bereich 01.01</b>					
<b>Baustelleneinrichtung, Netto:</b>					<b>219.260,00 EUR</b>
zzgl. MwSt. (19,0 %):					41.659,40 EUR
<b>Gesamtsumme, Brutto:</b>					<b>260.919,40 EUR</b>
<b>01.02 Bereich Baufeldfreimachung</b>					
<b>01.02.1</b>	<b>Suchschachtung Leitungsbestand, Tiefe 1,0 m</b>				
2,000 St	EP ..... 110,00	GP ..... 220,00	MwSt. .... 41,80	<b>Brutto ..... 261,80</b>	
<b>01.02.2</b>	<b>Suchschachtung Leitungsbestand, Tiefe 2,0 m</b>				
1,000 St	EP ..... 140,00	GP ..... 140,00	MwSt. .... 26,60	<b>Brutto ..... 166,60</b>	
<b>01.02.3</b>	<b>Suchschachtung Leitungsbestand, Tiefe 3,0 m</b>				
2,000 St	EP ..... 180,00	GP ..... 360,00	MwSt. .... 68,40	<b>Brutto ..... 428,40</b>	
<b>01.02.4</b>	<b>Lichtraumfreischnitt</b>				
10,000 St	EP ..... 450,00	GP ..... 4.500,00	MwSt. .... 855,00	<b>Brutto ..... 5.355,00</b>	
<b>01.02.5</b>	<b>Gehölzentnahmen</b>				
18,000 St	EP ..... 275,00	GP ..... 4.950,00	MwSt. .... 940,50	<b>Brutto ..... 5.890,50</b>	
<b>Summe Bereich 01.02</b>					
<b>Baufeldfreimachung, Netto:</b>					<b>10.170,00 EUR</b>
zzgl. MwSt. (19,0 %):					1.932,30 EUR
<b>Gesamtsumme, Brutto:</b>					<b>12.102,30 EUR</b>
<b>01.03 Bereich Baufelderschließung / Baustraße</b>					
<b>01.03.1</b>	<b>Liefern, zwischenlagern Schotter Ausweichflächen</b>				
24,000 t	EP ..... 45,00	GP ..... 1.080,00	MwSt. .... 205,20	<b>Brutto ..... 1.285,20</b>	
<b>01.03.2</b>	<b>Ausweichflächen entlang Zuwegung zur extremen BE-Fläche. Schottertragschicht herst...</b>				
2,000 St	EP ..... 300,00	GP ..... 600,00	MwSt. .... 114,00	<b>Brutto ..... 714,00</b>	
<b>01.03.3</b>	<b>Lichtraumprofilschnitte Baustraße</b>				
25,000 St	EP ..... 100,00	GP ..... 2.500,00	MwSt. .... 475,00	<b>Brutto ..... 2.975,00</b>	
<b>01.03.4</b>	<b>Lastverteilungsplatten</b>				
1.000,000 m2	EP ..... 35,00	GP ..... 35.000,00	MwSt. .... 6.650,00	<b>Brutto ..... 41.650,00</b>	
Übertrag: .....					39.180,00

# LV-Kostenschätzung

FAA Nahlewehr (1457)

Nr.	Menge / Einheit	Preis (EP)	Gesamt (GP)	MwSt. (19,0%)	GP, Brutto
02	LV	<b>Kostenschätzung</b>			
01	Titel	Vorbereitende Arbeiten			
01.03	Bereich	Baufelderschließung / Baustraße			
Übertrag: .....					39.180,00
<b>01.03.5</b>	<b>Arbeitsebene Spundwandramme</b>				
	594,000 m2	EP ..... 45,00	GP ..... 26.730,00	MwSt. .... 5.078,70	<b>Brutto ..... 31.808,70</b>
<b>01.03.6</b>	<b>Furt bauzeitlich sichern</b>				
	1,000 psch		GP ..... 1.500,00	MwSt. .... 285,00	<b>Brutto ..... 1.785,00</b>
<b>01.03.7</b>	<b>Errichtung bauzeitliche Gewässerquerung</b>				
	1,000 psch		GP ..... 9.000,00	MwSt. .... 1.710,00	<b>Brutto ..... 10.710,00</b>
<b>Summe Bereich 01.03</b>					
<b>Baufelderschließung / Baustraße, Netto:</b>					<b>..... 76.410,00 EUR</b>
zzgl. MwSt. (19,0 %):					..... 14.517,90 EUR
<b>Gesamtsumme, Brutto:</b>					<b>..... 90.927,90 EUR</b>
<b>01.04 Bereich Wasserhaltung</b>					
<b>01.04.1</b>	<b>Elektroabfischung des Baubereichs</b>				
	4,000 St	EP ..... 600,00	GP ..... 2.400,00	MwSt. .... 456,00	<b>Brutto ..... 2.856,00</b>
<b>01.04.2</b>	<b>Liefern, zwischenlagern Sand (Füllung Big-Bags)</b>				
	150,000 t	EP ..... 13,00	GP ..... 1.950,00	MwSt. .... 370,50	<b>Brutto ..... 2.320,50</b>
<b>01.04.3</b>	<b>Liefern, einbauen, vorhalten, abbauen, und entsorgen Big Bags, sandgefüllt</b>				
	100,000 St	EP ..... 45,00	GP ..... 4.500,00	MwSt. .... 855,00	<b>Brutto ..... 5.355,00</b>
<b>01.04.4</b>	<b>Umsetzen/Versetzen Big Bag, sandgefüllt</b>				
	1,000 psch		GP ..... 1.500,00	MwSt. .... 285,00	<b>Brutto ..... 1.785,00</b>
<b>01.04.5</b>	<b>Liefern, einbauen, vorhalten, abbauen und entsorgen Sandsack</b>				
	100,000 St	EP ..... 15,00	GP ..... 1.500,00	MwSt. .... 285,00	<b>Brutto ..... 1.785,00</b>
<b>01.04.6</b>	<b>Pumpenanlage vorhalten</b>				
	213,000 d	EP ..... 15,00	GP ..... 3.195,00	MwSt. .... 607,05	<b>Brutto ..... 3.802,05</b>
<b>01.04.7</b>	<b>Pumpenanlage liefern, einrichten für Bauwasserhaltung, FH bis 5 m, Ableitung Wahl A...</b>				
	3,000 St	EP ..... 1.500,00	GP ..... 4.500,00	MwSt. .... 855,00	<b>Brutto ..... 5.355,00</b>
<b>01.04.8</b>	<b>Pumpenanlage betreiben, FD bis 25 m3/h, FH bis 5 m</b>				
	213,000 d	EP ..... 15,00	GP ..... 3.195,00	MwSt. .... 607,05	<b>Brutto ..... 3.802,05</b>
Übertrag: .....					22.740,00

# LV-Kostenschätzung

FAA Nahlewehr (1457)

Nr.	Menge / Einheit	Preis (EP)	Gesamt (GP)	MwSt. (19,0%)	GP, Brutto
<b>02</b>	<b>LV</b>	<b>Kostenschätzung</b>			
01	Titel	Vorbereitende Arbeiten			
01.04	Bereich	Wasserhaltung			
Übertrag: .....					22.740,00
<b>01.04.9</b>	<b>Pumpenanlage betreiben, FD 25 - 50 m3/h, FH bis 5 m</b>				
	213,000 d	EP ..... 20,00	GP ..... 4.260,00	MwSt. .... 809,40	<b>Brutto ..... 5.069,40</b>
<b>Summe Bereich 01.04</b>					
<b>Wasserhaltung, Netto:</b>					<b>..... 27.000,00 EUR</b>
zzgl. MwSt. (19,0 %):					..... 5.130,00 EUR
<b>Gesamtsumme, Brutto:</b>					<b>..... 32.130,00 EUR</b>
<b>Summe Titel 01</b>					
<b>Vorbereitende Arbeiten, Netto:</b>					<b>..... 332.840,00 EUR</b>
zzgl. MwSt. (19,0 %):					..... 63.239,60 EUR
<b>Gesamtsumme, Brutto:</b>					<b>..... 396.079,60 EUR</b>
<b>02 Titel Technische Bearbeitung</b>					
<b>02.1</b>	<b>Bauzeitenplan aufstellen Leistungen LV Balkenpl. Fort. Bauabl. Lieferung VU</b>				
	1,000 Psch		GP ..... 250,00	MwSt. .... 47,50	<b>Brutto ..... 297,50</b>
<b>02.2</b>	<b>Baustelleneinrichtungsplan aufst. Leistungen LV</b>				
	1,000 Psch		GP ..... 250,00	MwSt. .... 47,50	<b>Brutto ..... 297,50</b>
<b>02.3</b>	<b>Hochwassermaßnahmenplan aufstellen, vorlegen</b>				
	1,000 psch		GP ..... 350,00	MwSt. .... 66,50	<b>Brutto ..... 416,50</b>
<b>02.4</b>	<b>Havariemaßnahmenplan aufstellen</b>				
	1,000 psch		GP ..... 150,00	MwSt. .... 28,50	<b>Brutto ..... 178,50</b>
<b>02.5</b>	<b>Qualitätssicherungsplan aufstellen Leistungen LV</b>				
	1,000 Psch		GP ..... 300,00	MwSt. .... 57,00	<b>Brutto ..... 357,00</b>
<b>02.6</b>	<b>Dokumentation Qualitätssicherung Leistungen LV</b>				
	1,000 Psch		GP ..... 300,00	MwSt. .... 57,00	<b>Brutto ..... 357,00</b>
<b>02.7</b>	<b>Schachterlaubnisscheine einholen</b>				
	1,000 psch		GP ..... 200,00	MwSt. .... 38,00	<b>Brutto ..... 238,00</b>
<b>02.8</b>	<b>Beweissicherung vor der Baumaßnahme</b>				
	1,000 St	EP ..... 950,00	GP ..... 950,00	MwSt. .... 180,50	<b>Brutto ..... 1.130,50</b>
<b>02.9</b>	<b>Beweissicherung während der Baumaßnahme, Rissmonitoring, Gipsmarke</b>				
Übertrag: .....					2.750,00

# LV-Kostenschätzung

FAA Nahlewehr (1457)

Nr.	Menge / Einheit	Preis (EP)	Gesamt (GP)	MwSt. (19,0%)	GP, Brutto
02	LV	<b>Kostenschätzung</b>			
02	Titel	Technische Bearbeitung			
			Übertrag: .....	2.750,00	
	15,000 St	EP ..... 180,00	GP ..... 2.700,00	MwSt. .... 513,00	<b>Brutto ..... 3.213,00</b>
02.10	<b>Beweissicherung während der Baumaßnahme, Rissmonitoring, Rissmonitor</b>				
	10,000	EP ..... 200,00	GP ..... 2.000,00	MwSt. .... 380,00	<b>Brutto ..... 2.380,00</b>
02.11	<b>Beweissicherung nach Ende der Baumaßnahme</b>				
	1,000 psch		GP ..... 850,00	MwSt. .... 161,50	<b>Brutto ..... 1.011,50</b>
02.12	<b>Einholen Freistellungsbescheinigung</b>				
	7,000 St	EP ..... 150,00	GP ..... 1.050,00	MwSt. .... 199,50	<b>Brutto ..... 1.249,50</b>
02.13	<b>Fotodokumentation liefern Leistungen LV</b>				
	1,000 psch		GP ..... 220,00	MwSt. .... 41,80	<b>Brutto ..... 261,80</b>
02.14	<b>Durchführung von Schwingungsmessungen bei Einbau der Spundwand</b>				
	1,000 psch		GP ..... 3.150,00	MwSt. .... 598,50	<b>Brutto ..... 3.748,50</b>
02.15	<b>Werksplanung Bediensteg, Brücke</b>				
	1,000 psch		GP ..... 1.250,00	MwSt. .... 237,50	<b>Brutto ..... 1.487,50</b>
02.16	<b>Werksplanung Absturzsicherung</b>				
	1,000 psch		GP ..... 450,00	MwSt. .... 85,50	<b>Brutto ..... 535,50</b>
02.17	<b>Werksplanung Zaunanlagen</b>				
	1,000 psch		GP ..... 450,00	MwSt. .... 85,50	<b>Brutto ..... 535,50</b>
02.18	<b>Werksplanung bauzeitliche Spundwandgurtung (bauzeitliche Baugrubenaussteifung)</b>				
	1,000 psch		GP ..... 1.250,00	MwSt. .... 237,50	<b>Brutto ..... 1.487,50</b>
02.19	<b>Werksplanung Baubehelfe</b>				
	1,000 psch		GP ..... 550,00	MwSt. .... 104,50	<b>Brutto ..... 654,50</b>
02.20	<b>Werksplanung Dammbalkenverschluss / Verschlussorgane</b>				
	1,000 psch		GP ..... 950,00	MwSt. .... 180,50	<b>Brutto ..... 1.130,50</b>
02.21	<b>Grenz-, Vermessungsmarken sichern</b>				
	6,000 St	EP ..... 275,00	GP ..... 1.650,00	MwSt. .... 313,50	<b>Brutto ..... 1.963,50</b>
02.22	<b>Achsabsteckung, Festpunktfeld, baubegleitende Vermessung</b>				
	1,000 psch		GP ..... 1.600,00	MwSt. .... 304,00	<b>Brutto ..... 1.904,00</b>
			Übertrag: .....	20.870,00	

# LV-Kostenschätzung

FAA Nahlewehr (1457)

Nr.	Menge / Einheit	Preis (EP)	Gesamt (GP)	MwSt. (19,0%)	GP, Brutto
02	LV	<b>Kostenschätzung</b>			
02	Titel	Technische Bearbeitung			
Übertrag: .....					20.870,00
02.23	<b>Schlussvermessung, Bestandsvermessung</b>				
	1,000 psch		GP ..... 1.500,00	MwSt. .... 285,00	<b>Brutto ..... 1.785,00</b>
02.24	<b>Bestandsübersichtszeichnung</b>				
	1,000 psch		GP ..... 2.000,00	MwSt. .... 380,00	<b>Brutto ..... 2.380,00</b>
02.25	<b>Bestandsunterlagen</b>				
	1,000 psch		GP ..... 650,00	MwSt. .... 123,50	<b>Brutto ..... 773,50</b>
02.26	<b>Abnahmedokumentation anfertigen</b>				
	1,000 psch		GP ..... 320,00	MwSt. .... 60,80	<b>Brutto ..... 380,80</b>
<b>Summe Titel 02</b>					
<b>Technische Bearbeitung, Netto:</b>					<b>..... 25.340,00 EUR</b>
zzgl. MwSt. (19,0 %):					..... 4.814,60 EUR
<b>Gesamtsumme, Brutto:</b>					<b>..... 30.154,60 EUR</b>
<b>03 Titel Verkehrssicherung</b>					
03.1	<b>Verkehrssicherungsplan</b>				
	1,000 psch		GP ..... 450,00	MwSt. .... 85,50	<b>Brutto ..... 535,50</b>
03.2	<b>Verkehrssicherungsplan anpassen</b>				
	1,000 psch		GP ..... 150,00	MwSt. .... 28,50	<b>Brutto ..... 178,50</b>
03.3	<b>Einholen Verkehrsrechtliche Anordnung</b>				
	1,000 psch		GP ..... 125,00	MwSt. .... 23,75	<b>Brutto ..... 148,75</b>
03.4	<b>Verkehrssicherung während der Bauzeit liefern, aufbauen, abbauen</b>				
	1,000 psch		GP ..... 2.000,00	MwSt. .... 380,00	<b>Brutto ..... 2.380,00</b>
03.5	<b>Verkehrssicherung während der Bauzeit vorhalten, betreiben</b>				
	213,000 d	EP ..... 15,00	GP ..... 3.195,00	MwSt. .... 607,05	<b>Brutto ..... 3.802,05</b>
<b>Summe Titel 03</b>					
<b>Verkehrssicherung, Netto:</b>					<b>..... 5.920,00 EUR</b>
zzgl. MwSt. (19,0 %):					..... 1.124,80 EUR
<b>Gesamtsumme, Brutto:</b>					<b>..... 7.044,80 EUR</b>
<b>04 Titel Fischaufstiegsanlage (FAA)</b>					

# LV-Kostenschätzung

FAA Nahlewehr (1457)

Nr.	Menge / Einheit	Preis (EP)	Gesamt (GP)	MwSt. (19,0%)	GP, Brutto
<b>02</b>	<b>LV</b>	<b>Kostenschätzung</b>			
04	Titel	Fischaufstiegsanlage (FAA)			
04.01	Bereich	Abbruch- und Aushubarbeiten			
<b>04.01 Bereich Abbruch- und Aushubarbeiten</b>					
<b>04.01.1</b>	<b>Rückbau Zaunanlagen, Zwischenlagerung</b>				
	55,000 m	EP ..... 35,00	GP ..... 1.925,00	MwSt. .... 365,75	<b>Brutto ..... 2.290,75</b>
<b>04.01.2</b>	<b>Rückbau Tor- /Türanlage, Zwischenlagerung</b>				
	2,000 St	EP ..... 250,00	GP ..... 500,00	MwSt. .... 95,00	<b>Brutto ..... 595,00</b>
<b>04.01.3</b>	<b>Aufnahme Betonplatten, Zwischenlagerung</b>				
	400,000 m2	EP ..... 25,00	GP ..... 10.000,00	MwSt. .... 1.900,00	<b>Brutto ..... 11.900,00</b>
<b>04.01.4</b>	<b>Abbruch / Aufnahme Böschungsbefestigung</b>				
	100,000 m2	EP ..... 35,00	GP ..... 3.500,00	MwSt. .... 665,00	<b>Brutto ..... 4.165,00</b>
<b>04.01.5</b>	<b>Oberboden abtragen, zwischenlagern</b>				
	608,000 m3	EP ..... 25,00	GP ..... 15.200,00	MwSt. .... 2.888,00	<b>Brutto ..... 18.088,00</b>
<b>04.01.6</b>	<b>Zulage Oberboden verwerten</b>				
	450,000 m3	EP ..... 14,00	GP ..... 6.300,00	MwSt. .... 1.197,00	<b>Brutto ..... 7.497,00</b>
<b>Summe Bereich 04.01</b>					
<b>Abbruch- und Aushubarbeiten, Netto:</b>					<b>..... 37.425,00 EUR</b>
zzgl. MwSt. (19,0 %):					<b>..... 7.110,75 EUR</b>
<b>Gesamtsumme, Brutto:</b>					<b>..... 44.535,75 EUR</b>
<b>04.02 Bereich Spundwandarbeiten</b>					
<b>04.02.1</b>	<b>Stahlspundbohlen liefern, VL606</b>				
	461,000 to	EP ..... 1.450,00	GP ..... 668.450,00	MwSt. 127.005,50	<b>Brutto ..... 795.455,50</b>
<b>04.02.2</b>	<b>Stahlspundbohlen einbringen, vibrieren, Einzelbohlen</b>				
	2.915,000 m2	EP ..... 65,00	GP ..... 189.475,00	MwSt. .... 36.000,25	<b>Brutto ..... 225.475,25</b>
<b>04.02.3</b>	<b>Lockerungsbohrung 15 %</b>				
	437,000 m2	EP ..... 35,00	GP ..... 15.295,00	MwSt. .... 2.906,05	<b>Brutto ..... 18.201,05</b>
<b>04.02.4</b>	<b>Austauschbohrung, D 88cm, 25 %</b>				
	641,000 m3	EP ..... 85,00	GP ..... 54.485,00	MwSt. .... 10.352,15	<b>Brutto ..... 64.837,15</b>
<b>04.02.5</b>	<b>Hindernisebeseitigung (Spundwand)</b>				
	15,000 h	EP ..... 390,00	GP ..... 5.850,00	MwSt. .... 1.111,50	<b>Brutto ..... 6.961,50</b>
Übertrag: .....					<b>933.555,00</b>

# LV-Kostenschätzung

FAA Nahlewehr (1457)

Nr.	Menge / Einheit	Preis (EP)	Gesamt (GP)	MwSt. (19,0%)	GP, Brutto
Übertrag: ..... 933.555,00					
<b>04.02.6</b>	<b>Baugrubenaussteifung, HEB-Gurtung / Steife</b>				
	58,000 to	EP ..... 1.250,00	GP ..... 72.500,00	MwSt. .... 13.775,00	<b>Brutto ..... 86.275,00</b>
<b>04.02.7</b>	<b>Spundwand, Spundbohlen kürzen</b>				
	50,000 m	EP ..... 78,40	GP ..... 3.920,00	MwSt. .... 744,80	<b>Brutto ..... 4.664,80</b>
<b>04.02.8</b>	<b>Spundwandabschnitte zwischenlagern, laden, entsorgen</b>				
	4,000 t	EP ..... 35,00	GP ..... 140,00	MwSt. .... 26,60	<b>Brutto ..... 166,60</b>
<b>04.02.9</b>	<b>Spundwandkasten ausheben, entsorgen, bis BM-F1</b>				
	2.334,000 m3	EP ..... 38,00	GP ..... 88.692,00	MwSt. .... 16.851,48	<b>Brutto ..... 105.543,48</b>
<b>04.02.10</b>	<b>Zulage Entsorgung Aushub bis BM-F3, 30 %</b>				
	700,000 m3	EP ..... 25,00	GP ..... 17.500,00	MwSt. .... 3.325,00	<b>Brutto ..... 20.825,00</b>
<b>04.02.11</b>	<b>Reinigen Spundwand (Neu) - Bodenreste, Verunreinigungen</b>				
	1.221,000 m2	EP ..... 4,00	GP ..... 4.884,00	MwSt. .... 927,96	<b>Brutto ..... 5.811,96</b>
<b>04.02.12</b>	<b>Beräumung Grobplanum Baugrube</b>				
	528,000 m2	EP ..... 3,50	GP ..... 1.848,00	MwSt. .... 351,12	<b>Brutto ..... 2.199,12</b>
<b>04.02.13</b>	<b>Einbau UW-Betonsohle (unbewehrt)</b>				
	403,000 m3	EP ..... 275,00	GP ..... 110.825,00	MwSt. .... 21.056,75	<b>Brutto ..... 131.881,75</b>
<b>04.02.14</b>	<b>Spundwand abbrennen, nass</b>				
	10,000 m	EP ..... 275,00	GP ..... 2.750,00	MwSt. .... 522,50	<b>Brutto ..... 3.272,50</b>
<b>04.02.15</b>	<b>Spundwand-Abschlussprofil, U-Form</b>				
	19,000 to	EP ..... 1.650,00	GP ..... 31.350,00	MwSt. .... 5.956,50	<b>Brutto ..... 37.306,50</b>
<b>Summe Bereich 04.02</b>					
<b>Spundwandarbeiten, Netto: ..... 1.267.964,00 EUR</b>					
zzgl. MwSt. (19,0 %): ..... 240.913,16 EUR					
<b>Gesamtsumme, Brutto: ..... 1.508.877,16 EUR</b>					
<b>04.03 Bereich Beton- und Stahlbetonarbeiten</b>					
<b>04.03.1</b>	<b>Liefern, zwischenlagern Beton Sauberkeitsschicht, C12/15, Dicke 10 cm</b>				
	504,000 m2	EP ..... 18,00	GP ..... 9.072,00	MwSt. .... 1.723,68	<b>Brutto ..... 10.795,68</b>
Übertrag: ..... 9.072,00					

# LV-Kostenschätzung

FAA Nahlewehr (1457)

Nr.	Menge / Einheit	Preis (EP)	Gesamt (GP)	MwSt. (19,0%)	GP, Brutto
02	LV	<b>Kostenschätzung</b>			
04	Titel	Fischaufstiegsanlage (FAA)			
04.03	Bereich	Beton- und Stahlbetonarbeiten			
Übertrag: .....					9.072,00
04.03.2	<b>StB-Wand / Stirnwand herstellen</b>				
	14,000 m3	EP ..... 650,00	GP ..... 9.100,00	MwSt. .... 1.729,00	<b>Brutto ..... 10.829,00</b>
04.03.3	<b>Ausparung Bypassleitung</b>				
	1,000 St	EP ..... 750,00	GP ..... 750,00	MwSt. .... 142,50	<b>Brutto ..... 892,50</b>
<b>Summe Bereich 04.03</b>					
<b>Beton- und Stahlbetonarbeiten, Netto:</b>					<b>..... 18.922,00 EUR</b>
zzgl. MwSt. (19,0 %):					..... 3.595,18 EUR
<b>Gesamtsumme, Brutto:</b>					<b>..... 22.517,18 EUR</b>
<b>04.04 Bereich Becken - Sohlgestaltung</b>					
04.04.1	<b>Liefern, herstellen Sohlbefestigung Ein- und Auslaufbereich, Wasserbausteine LMB10/...</b>				
	225,000 m2	EP ..... 65,00	GP ..... 14.625,00	MwSt. .... 2.778,75	<b>Brutto ..... 17.403,75</b>
04.04.2	<b>Liefern, setzen Verzahnungssteine - Steinsatz LMB10/60, in Ausgleichsschicht</b>				
	364,000 m2	EP ..... 58,00	GP ..... 21.112,00	MwSt. .... 4.011,28	<b>Brutto ..... 25.123,28</b>
04.04.3	<b>Liefern, setzen Störsteine - Steinsatz, in Ausgleichsschicht</b>				
	23,000 St	EP ..... 135,00	GP ..... 3.105,00	MwSt. .... 589,95	<b>Brutto ..... 3.694,95</b>
04.04.4	<b>Liefern, einbauen 0,3 m Sohlsubstrat</b>				
	158,000 m2	EP ..... 38,00	GP ..... 6.004,00	MwSt. .... 1.140,76	<b>Brutto ..... 7.144,76</b>
<b>Summe Bereich 04.04</b>					
<b>Becken - Sohlgestaltung, Netto:</b>					<b>..... 44.846,00 EUR</b>
zzgl. MwSt. (19,0 %):					..... 8.520,74 EUR
<b>Gesamtsumme, Brutto:</b>					<b>..... 53.366,74 EUR</b>
<b>04.05 Bereich Becken - Einbauten</b>					
04.05.1	<b>Liefern, zwischenlagern Beckentrennwände/Staubohlen, Kantholz Eiche, 12/12 cm</b>				
	7,000 m3	EP ..... 1.350,00	GP ..... 9.450,00	MwSt. .... 1.795,50	<b>Brutto ..... 11.245,50</b>
04.05.2	<b>Liefern, zwischenlagern Leitwände, Kantholz Eiche, 15/30 cm</b>				
	4,000 m3	EP ..... 1.350,00	GP ..... 5.400,00	MwSt. .... 1.026,00	<b>Brutto ..... 6.426,00</b>
04.05.3	<b>Liefern, zwischenlagern Umlenkblöcke, Kantholz Eiche, 25/30 cm</b>				
	2,000 m3	EP ..... 1.350,00	GP ..... 2.700,00	MwSt. .... 513,00	<b>Brutto ..... 3.213,00</b>
Übertrag: .....					17.550,00

# LV-Kostenschätzung

FAA Nahlewehr (1457)

Nr.	Menge / Einheit	Preis (EP)	Gesamt (GP)	MwSt. (19,0%)	GP, Brutto
02	LV	<b>Kostenschätzung</b>			
04	Titel	Fischaufstiegsanlage (FAA)			
04.05	Bereich	Becken - Einbauten			
Übertrag: ..... 17.550,00					
04.05.4	<b>Liefern, zwischenlagern Stahlprofile UPE160, feuerverzinkt, Ankerplatte</b>				
	25,000 St	EP ..... 140,00	GP ..... 3.500,00	MwSt. .... 665,00	<b>Brutto ..... 4.165,00</b>
04.05.5	<b>Liefern, zwischenlagern Stahlprofile UPE180, feuerverzinkt, Ankerplatte</b>				
	14,000 St	EP ..... 150,00	GP ..... 2.100,00	MwSt. .... 399,00	<b>Brutto ..... 2.499,00</b>
04.05.6	<b>Liefern, zwischenlagern Stahlprofile L 100x150 mm, feuerverzinkt,</b>				
	93,000 St	EP ..... 98,00	GP ..... 9.114,00	MwSt. .... 1.731,66	<b>Brutto ..... 10.845,66</b>
04.05.7	<b>Liefern, zwischenlagern Flachstahl, 50x10 mm, feuerverzinkt</b>				
	40,000 St	EP ..... 19,00	GP ..... 760,00	MwSt. .... 144,40	<b>Brutto ..... 904,40</b>
04.05.8	<b>Liefern, zwischenlagern Bolzenanker, verzinkt, M12x115/20</b>				
	250,000 St	EP ..... 2,50	GP ..... 625,00	MwSt. .... 118,75	<b>Brutto ..... 743,75</b>
04.05.9	<b>Liefern, zwischenlagern sonstige Stahlkleinteile / Montageteile, Gewindestangen M12, ...</b>				
	1,000 psch		GP ..... 1.250,00	MwSt. .... 237,50	<b>Brutto ..... 1.487,50</b>
04.05.10	<b>Herstellen/montieren Beckeneinbauten</b>				
	1,000 psch		GP ..... 16.000,00	MwSt. .... 3.040,00	<b>Brutto ..... 19.040,00</b>
<b>Summe Bereich 04.05</b>					
<b>Becken - Einbauten, Netto:</b>					<b>..... 50.899,00 EUR</b>
zzgl. MwSt. (19,0 %):					..... 9.670,81 EUR
<b>Gesamtsumme, Brutto:</b>					<b>..... 60.569,81 EUR</b>
<b>04.06 Bereich Bypassleitung</b>					
04.06.1	<b>Aushub Bypassleitung, Entsorgung bis BM-F1</b>				
	278,000 m3	EP ..... 35,00	GP ..... 9.730,00	MwSt. .... 1.848,70	<b>Brutto ..... 11.578,70</b>
04.06.2	<b>Zulage Entsorgung bis BM-F3, 25 %</b>				
	70,000 m3	EP ..... 20,00	GP ..... 1.400,00	MwSt. .... 266,00	<b>Brutto ..... 1.666,00</b>
04.06.3	<b>Bypassleitung DN700</b>				
	101,000 m	EP ..... 205,00	GP ..... 20.705,00	MwSt. .... 3.933,95	<b>Brutto ..... 24.638,95</b>
04.06.4	<b>Böschungsstück, inkl. Gitter</b>				
	1,000 St	EP ..... 1.250,00	GP ..... 1.250,00	MwSt. .... 237,50	<b>Brutto ..... 1.487,50</b>
Übertrag: ..... 33.085,00					

# LV-Kostenschätzung

FAA Nahlewehr (1457)

Nr.	Menge / Einheit	Preis (EP)	Gesamt (GP)	MwSt. (19,0%)	GP, Brutto
02	LV	<b>Kostenschätzung</b>			
04	Titel	Fischaufstiegsanlage (FAA)			
04.06	Bereich	Bypassleitung			
Übertrag: .....					33.085,00
<b>04.06.5</b>	<b>Verfüllung, Verdichtung Rohrleitungszone bis GOK</b>				
	225,000 m3	EP ..... 40,00	GP ..... 9.000,00	MwSt. .... 1.710,00	<b>Brutto ..... 10.710,00</b>
<b>04.06.6</b>	<b>Winkelstützwand / Abfangung</b>				
	10,000 m	EP ..... 325,00	GP ..... 3.250,00	MwSt. .... 617,50	<b>Brutto ..... 3.867,50</b>
<b>04.06.7</b>	<b>Fußvorlage Winkelstützwand</b>				
	10,000 m	EP ..... 75,00	GP ..... 750,00	MwSt. .... 142,50	<b>Brutto ..... 892,50</b>
<b>Summe Bereich 04.06</b>					
					<b>Bypassleitung, Netto: ..... 46.085,00 EUR</b>
					zzgl. MwSt. (19,0 %): ..... 8.756,15 EUR
					<b>Gesamtsumme, Brutto: ..... 54.841,15 EUR</b>
<b>04.07 Bereich Ausstattung</b>					
<b>04.07.01 Abschnitt Leiteinrichtung für Reuse</b>					
<b>04.07.01.1</b>	<b>Liefern, zwischenlagern Stahlprofil UPE 160, feuerverzinkt, mit vormontierten L-Winkel...</b>				
	2,000 St	EP ..... 175,00	GP ..... 350,00	MwSt. .... 66,50	<b>Brutto ..... 416,50</b>
<b>04.07.01.2</b>	<b>Liefern, zwischenlagern Bolzenanker,verzinkt , M12x115/20</b>				
	6,000 St	EP ..... 2,50	GP ..... 15,00	MwSt. .... 2,85	<b>Brutto ..... 17,85</b>
<b>04.07.01.3</b>	<b>Liefern, zwischenlagern Sohlbalken, Kantholz Eiche, 20/10 cm, Verkeilung</b>				
	0,050 m3	EP ..... 1.350,00	GP ..... 67,50	MwSt. .... 12,83	<b>Brutto ..... 80,33</b>
<b>04.07.01.4</b>	<b>Liefern, zwischenlagern sonstige Stahlkleinteile / Montageteile, Gewindestangen M12, ...</b>				
	1,000 psch		GP ..... 350,00	MwSt. .... 66,50	<b>Brutto ..... 416,50</b>
<b>04.07.01.5</b>	<b>Herstellen/montieren Leiteinrichtung</b>				
	1,000 psch		GP ..... 2.750,00	MwSt. .... 522,50	<b>Brutto ..... 3.272,50</b>
<b>Summe Abschnitt 04.07.01</b>					
					<b>Leiteinrichtung für Reuse, Netto: ..... 3.532,50 EUR</b>
					zzgl. MwSt. (19,0 %): ..... 671,18 EUR
					<b>Gesamtsumme, Brutto: ..... 4.203,68 EUR</b>
<b>04.07.02 Abschnitt Dammbalkenverschluss</b>					

# LV-Kostenschätzung

FAA Nahlewehr (1457)

Nr.	Menge / Einheit	Preis (EP)	Gesamt (GP)	MwSt. (19,0%)	GP, Brutto
02	LV	<b>Kostenschätzung</b>			
04	Titel	Fischaufstiegsanlage (FAA)			
04.07	Bereich	Ausstattung			
Übertrag: ..... 0,00					
04.07.02.1	<b>Lieferrn, zwischenlagern Aluminium-Dammbalkenverschluss</b>				
	1,000 psch		GP ..... 4.500,00	MwSt. .... 855,00	<b>Brutto ..... 5.355,00</b>
04.07.02.2	<b>Montieren Führungsschienen Dammbalkenverschluss</b>				
	1,000 psch		GP ..... 1.250,00	MwSt. .... 237,50	<b>Brutto ..... 1.487,50</b>
<b>Summe Abschnitt 04.07.02</b>					
<b>Dammbalkenverschluss, Netto:</b>					<b>..... 5.750,00 EUR</b>
zzgl. MwSt. (19,0 %):					..... 1.092,50 EUR
<b>Gesamtsumme, Brutto:</b>					<b>..... 6.842,50 EUR</b>
<b>04.07.03 Abschnitt Bediensteg / Brückenbauwerk</b>					
04.07.03.1	<b>Herstellung Brückenwiederlager</b>				
	2,000 St	EP ..... 5.800,00	GP ..... 11.600,00	MwSt. .... 2.204,00	<b>Brutto ..... 13.804,00</b>
04.07.03.2	<b>Herstellung Überfahung / StB-Brückenplatte</b>				
	30,000 m2	EP ..... 650,00	GP ..... 19.500,00	MwSt. .... 3.705,00	<b>Brutto ..... 23.205,00</b>
04.07.03.3	<b>Absturzsicherung Überfahrt / Bediensteg</b>				
	30,000 m	EP ..... 375,00	GP ..... 11.250,00	MwSt. .... 2.137,50	<b>Brutto ..... 13.387,50</b>
04.07.03.4	<b>Steigleiter</b>				
	1,000 St	EP ..... 1.500,00	GP ..... 1.500,00	MwSt. .... 285,00	<b>Brutto ..... 1.785,00</b>
<b>Summe Abschnitt 04.07.03</b>					
<b>Bediensteg / Brückenbauwerk, Netto:</b>					<b>..... 43.850,00 EUR</b>
zzgl. MwSt. (19,0 %):					..... 8.331,50 EUR
<b>Gesamtsumme, Brutto:</b>					<b>..... 52.181,50 EUR</b>
<b>04.07.04 Abschnitt Schildpfosten (Wasserwirtschaftliche Anlage)</b>					
04.07.04.1	<b>Rohrpfosten aufstellen Länge&gt;1500-2000mm R.St. 60,3/2,0 mm, Fundament, Aushub ve...</b>				
	1,000 St	EP ..... 125,00	GP ..... 125,00	MwSt. .... 23,75	<b>Brutto ..... 148,75</b>
<b>Summe Abschnitt 04.07.04</b>					
<b>Schildpfosten (Wasserwirtschaftliche Anlage), Netto:</b>					<b>..... 125,00 EUR</b>
zzgl. MwSt. (19,0 %):					..... 23,75 EUR
<b>Gesamtsumme, Brutto:</b>					<b>..... 148,75 EUR</b>

# LV-Kostenschätzung

FAA Nahlewehr (1457)

Nr.	Menge / Einheit	Preis (EP)	Gesamt (GP)	MwSt. (19,0%)	GP, Brutto
02	LV	<b>Kostenschätzung</b>			
04	Titel	Fischaufstiegsanlage (FAA)			
04.07	Bereich	Ausstattung			
<b>04.07.05 Abschnitt Blitzschutz</b>					
04.07.05.1	Blitzschutzanlage				
	1,000 psch		GP ..... 5.000,00	MwSt. .... 950,00	<b>Brutto ..... 5.950,00</b>
<b>Summe Abschnitt 04.07.05</b>					
<b>Blitzschutz, Netto:</b>					<b>..... 5.000,00 EUR</b>
zzgl. MwSt. (19,0 %):					..... 950,00 EUR
<b>Gesamtsumme, Brutto:</b>					<b>..... 5.950,00 EUR</b>
<b>04.07.06 Abschnitt Verschlusseinrichtungen</b>					
04.07.06.1	Hubschütz Bypassleitung				
	1,000 psch		GP ..... 8.500,00	MwSt. .... 1.615,00	<b>Brutto ..... 10.115,00</b>
04.07.06.2	Hubschütz Fischaufstiegsanlage				
	1,000 psch		GP ..... 15.000,00	MwSt. .... 2.850,00	<b>Brutto ..... 17.850,00</b>
<b>Summe Abschnitt 04.07.06</b>					
<b>Verschlusseinrichtungen, Netto:</b>					<b>..... 23.500,00 EUR</b>
zzgl. MwSt. (19,0 %):					..... 4.465,00 EUR
<b>Gesamtsumme, Brutto:</b>					<b>..... 27.965,00 EUR</b>
<b>04.07.07 Abschnitt Absturzsicherung FAA (optional)</b>					
<small>***Bedarfspos.</small>					
04.07.07.1	Absturzsicherung FAA, längs (optional)				
	250,000 m	EP ..... 250,00		- Nur EP -	
<b>Summe Abschnitt 04.07.07</b>					
<b>Absturzsicherung FAA (optional), Netto:</b>					<b>..... -</b>
zzgl. MwSt. (19,0 %):					..... -
<b>Gesamtsumme, Brutto:</b>					<b>..... -</b>
<b>Summe Bereich 04.07</b>					
<b>Ausstattung, Netto:</b>					<b>..... 81.757,50 EUR</b>
zzgl. MwSt. (19,0 %):					..... 15.533,93 EUR
<b>Gesamtsumme, Brutto:</b>					<b>..... 97.291,43 EUR</b>
<b>04.08 Bereich Flächenwiederherstellung</b>					

# LV-Kostenschätzung

FAA Nahlewehr (1457)

Nr.	Menge / Einheit	Preis (EP)	Gesamt (GP)	MwSt. (19,0%)	GP, Brutto
Übertrag: .....					0,00
<b>04.08.1</b>	<b>Betonplatten aufnehmen, neu verlegen</b>				
	400,000 m2	EP ..... 30,00	GP ..... 12.000,00	MwSt. .... 2.280,00	<b>Brutto ..... 14.280,00</b>
<b>04.08.2</b>	<b>Schotterrasen / Unterhaltungsweg herstellen</b>				
	400,000 m2	EP ..... 48,00	GP ..... 19.200,00	MwSt. .... 3.648,00	<b>Brutto ..... 22.848,00</b>
<b>04.08.3</b>	<b>Wiederherstellung / Anbindung Deich</b>				
	825,000 m3	EP ..... 45,00	GP ..... 37.125,00	MwSt. .... 7.053,75	<b>Brutto ..... 44.178,75</b>
<b>04.08.4</b>	<b>Oberboden aufnehmen, andecken</b>				
	158,000 m3	EP ..... 13,00	GP ..... 2.054,00	MwSt. .... 390,26	<b>Brutto ..... 2.444,26</b>
<b>04.08.5</b>	<b>Rasenansaat</b>				
	473,000 m2	EP ..... 3,50	GP ..... 1.655,50	MwSt. .... 314,55	<b>Brutto ..... 1.970,05</b>
<b>Summe Bereich 04.08</b>					
<b>Flächenwiederherstellung, Netto:</b>					<b>72.034,50 EUR</b>
zzgl. MwSt. (19,0 %):					13.686,56 EUR
<b>Gesamtsumme, Brutto:</b>					<b>85.721,06 EUR</b>
<b>04.09 Bereich Sonstige Arbeiten</b>					
<b>04.09.1</b>	<b>Wiederherstellen Tor- und Türanlage</b>				
	2,000 St	EP ..... 1.250,00	GP ..... 2.500,00	MwSt. .... 475,00	<b>Brutto ..... 2.975,00</b>
<b>04.09.2</b>	<b>Wiederherstellung Zaunanlage</b>				
	55,000 m	EP ..... 85,00	GP ..... 4.675,00	MwSt. .... 888,25	<b>Brutto ..... 5.563,25</b>
<b>04.09.3</b>	<b>Kleinarbeiten 5 % v. Titel 04</b>				
	1,000 psch		GP ..... 80.000,00	MwSt. .... 15.200,00	<b>Brutto ..... 95.200,00</b>
<b>Summe Bereich 04.09</b>					
<b>Sonstige Arbeiten, Netto:</b>					<b>87.175,00 EUR</b>
zzgl. MwSt. (19,0 %):					16.563,25 EUR
<b>Gesamtsumme, Brutto:</b>					<b>103.738,25 EUR</b>

# LV-Kostenschätzung

FAA Nahlewehr (1457)

Nr.	Menge / Einheit	Preis (EP)	Gesamt (GP)	MwSt. (19,0%)	GP, Brutto
02	LV	<b>Kostenschätzung</b>			
04	Titel	Fischaufstiegsanlage (FAA)			
<b>Summe Titel 04</b>					
<b>Fischaufstiegsanlage (FAA), Netto:</b>					1.707.108,00 EUR
zzgl. MwSt. (19,0 %):					324.350,52 EUR
<b>Gesamtsumme, Brutto:</b>					<b>2.031.458,52 EUR</b>
<b>05 Titel Stundenlohnarbeiten und Gerätekosten</b>					
05.1	Vor-Ort-Termine Probelauf Becken / Positionierung Beckeneinbauten / Reusentest / Ble...				<input type="text"/>
	4,000 St	EP ..... 450,00	GP ..... 1.800,00	MwSt. .... 342,00	<b>Brutto ..... 2.142,00</b>
<b>Summe Titel 05</b>					
<b>Stundenlohnarbeiten und Gerätekosten, Netto:</b>					1.800,00 EUR
zzgl. MwSt. (19,0 %):					342,00 EUR
<b>Gesamtsumme, Brutto:</b>					<b>2.142,00 EUR</b>

# LV-Zusammenfassung

FAA Nahlewehr (1457)

02	LV	Kostenschätzung			
Nr.	Bezeichnung		Gesamt (GP)	MwSt.(19,0)	GP, Brutto
<b>01</b>	<b>Titel</b>	<b>Vorbereitende Arbeiten</b>	332.840,00	63.239,60	<b>396.079,60</b>
01.01	Bereich	Baustelleneinrichtung	219.260,00	41.659,40	<b>260.919,40</b>
01.02	Bereich	Baufeldfreimachung	10.170,00	1.932,30	<b>12.102,30</b>
01.03	Bereich	Baufelderschließung / Baustraße	76.410,00	14.517,90	<b>90.927,90</b>
01.04	Bereich	Wasserhaltung	27.000,00	5.130,00	<b>32.130,00</b>
<b>02</b>	<b>Titel</b>	<b>Technische Bearbeitung</b>	25.340,00	4.814,60	<b>30.154,60</b>
<b>03</b>	<b>Titel</b>	<b>Verkehrssicherung</b>	5.920,00	1.124,80	<b>7.044,80</b>
<b>04</b>	<b>Titel</b>	<b>Fischaufstiegsanlage (FAA)</b>	1.707.108,00	324.350,52	<b>2.031.458,52</b>
04.01	Bereich	Abbruch- und Aushubarbeiten	37.425,00	7.110,75	<b>44.535,75</b>
04.02	Bereich	Spundwandarbeiten	1.267.964,00	240.913,16	<b>1.508.877,16</b>
04.03	Bereich	Beton- und Stahlbetonarbeiten	18.922,00	3.595,18	<b>22.517,18</b>
04.04	Bereich	Becken - Sohlgestaltung	44.846,00	8.520,74	<b>53.366,74</b>
04.05	Bereich	Becken - Einbauten	50.899,00	9.670,81	<b>60.569,81</b>
04.06	Bereich	Bypassleitung	46.085,00	8.756,15	<b>54.841,15</b>
04.07	Bereich	Ausstattung	81.757,50	15.533,93	<b>97.291,43</b>
04.07.01	Abschnitt	Leiteinrichtung für Reuse	3.532,50	671,18	4.203,68
04.07.02	Abschnitt	Dambalkenverschluss	5.750,00	1.092,50	6.842,50
04.07.03	Abschnitt	Bediensteg / Brückenbauwerk	43.850,00	8.331,50	52.181,50
04.07.04	Abschnitt	Schildpfosten (Wasserwirtschaftliche Anlage)	125,00	23,75	148,75
04.07.05	Abschnitt	Blitzschutz	5.000,00	950,00	5.950,00
04.07.06	Abschnitt	Verschlusseinrichtungen	23.500,00	4.465,00	27.965,00
04.07.07	Abschnitt	Absturzsicherung FAA (optional)	-	-	-
04.08	Bereich	Flächenwiederherstellung	72.034,50	13.686,56	<b>85.721,06</b>
04.09	Bereich	Sonstige Arbeiten	87.175,00	16.563,25	<b>103.738,25</b>
<b>05</b>	<b>Titel</b>	<b>Stundenlohnarbeiten und Gerätekosten</b>	1.800,00	342,00	<b>2.142,00</b>

# LV-Zusammenfassung

FAA Nahlewehr (1457)

02	LV	Kostenschätzung			
Nr.	Bezeichnung		Gesamt (GP)	MwSt.(19,0)	GP, Brutto
<b>Gesamtsumme: LV 02 Kostenschätzung</b>					
			<b>Gesamtsumme, Netto:</b>	<b>... 2.073.008,00 EUR</b>	
			zzgl. MwSt. (19,0 %):	... 393.871,52 EUR	
			<b><u>Gesamtsumme, Brutto:</u></b>	<b><u>... 2.466.879,52 EUR</u></b>	