

Ahlenberg Ingenieure GmbH · Am Ossenbrink 40 · 58313 Herdecke
Postfach 15 15 58305 Herdecke

Franz Fischer
Ingenieurbüro GmbH
Wilhelmstraße 26
Düsseldorf

Sachbearbeiter: Herr Schröer
Durchwahl: 02330/8009-50
Fax-Nr.: 02330/8009-80
E-Mail: schroeer@ahlenberg.de

Datum: 21. Mai 2019
Kürzel: Han/Sro.g01
Bearb.-Nr.: B6/18304

Im Schriftwechsel bitte Bearb.-Nr. angeben!

**Ökologische Verbesserung des Hornebachs
von km 0,5 bis km 3,5
in Werne**

**- Baugrunduntersuchung, Standsicherheitsbeurteilung,
geotechnische Beratungsleistung,
Gefährdungsabschätzung, Bodenmanagement
zur Genehmigungsplanung -**

**Gutachten zur Genehmigungsplanung
(Stand: Mai 2019)**

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Veranlassung und Aufgabenstellung	5
2. Verwendete Unterlagen.....	5
3. Räumliche Einordnung und Standortbeschreibung	6
4. Allgemeine Geologie und Hydrogeologie	7
5. Bauhindernissrecherche.....	7
6. Auswertung des Altlastenkatasters.....	8
7. Baugrund	10
7.1 Umfang der Feld- und Laboruntersuchungen	10
7.2 Baugrundaufbau	12
7.3 Eindringwiderstände.....	14
7.4 Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche.....	15
7.5 Baugrundbeurteilung.....	16
7.6 Homogenbereiche.....	17
7.7 Bodenklassifikation und Bodengruppen.....	18
7.8 Bodenmechanische Kennwerte	19
8. Grundwasser.....	22
8.1 Grundwasserstände	22
9. Chemische Bodenuntersuchung.....	23
9.1 Auswertung der Untersuchungsergebnisse nach LAGA TR Boden (2004)	23
9.2 Gefährdungsabschätzung gemäß BBodSchV	26
10. Standsicherheitsberechnungen	27
10.1 Bodenmechanische Kennwerte für die Standsicherheitsberechnungen	27
10.2 Ergebnisse der Standsicherheitsuntersuchungen	28
11. Bodenschutzkonzept.....	31

11.1	Baustraßen	31
11.2	Bodenmanagement und Bodenlagerung.....	32
11.3	Umgang mit dem Oberboden	35
11.4	Herstellung der Gewässeraue	36
11.5	Hinweise für die Durchführung der Erdarbeiten	38
11.6	Hinweise zum Bau des Trenndamms am Stadtsee	39
11.7	Hinweise zum Bau des Podestes im Bereich der Brücke Burgstraße	40
11.8	Hinweise im Neubau der Gewässersohle unterhalb der Brücke der Kurt Schumacher Straße	41
12.	Angaben zum Arbeitsschutz	42

Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 1: Altlastenverdachtsflächen	9
Tabelle 2: Durchgeführte Felduntersuchungen	10
Tabelle 3: Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche	15
Tabelle 4: Homogenbereiche nach VOB-Teil C	17
Tabelle 5: Bodenklassen nach DIN 18 300 (2012-09)	18
Tabelle 6: Bodengruppen nach DIN 18 196	19
Tabelle 7: Mittlere bodenmechanische Kennwerte (charakteristische Werte)	19
Tabelle 8: Grenzscherpspannungen (Berechnet durch Ingenieurbüro Fischer GmbH, Heft 1 Anlage 9)	20
Tabelle 9: Grundwasserstände zwischen dem 13.05.18 bis 13.06.18	22
Tabelle 10: Mischplan und Ergebnisse der chemischen Untersuchungen nach LAGA TR Boden (2004)	24

Tabelle 11: Charakteristische Bodenkennwerte für die Standsicherheitsberechnungen	28
Tabelle 12: Einwirkungen und Bemessungssituationen gem. DIN 19 712	29
Tabelle 13: Nachweis der Gesamtstandsicherheiten	30
Tabelle 14: Aushubmassen nach Gewässerabschnitt	33

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Übersichtslageplan, Maßstab 1 : 10.000
Anlage 1.1	Detallageplan Nord, Maßstab 1 : 2.500
Anlage 1.2	Detallageplan Süd, Maßstab 1 : 2.500
Sammelanlage 2	Zeichenerklärung, 37 Schichtprofile / 37 Rammdiagramme
Anlage 3	Mischplan (MP 1 - MP 43) für die chemische Deklarationsanalyse (6 Seiten), Ergebnisse und Auswertung der chemischen Analysen (LAGA/DepV/Vorsorgewerte) (113 Seiten)
Anlage 4	Mischplan (MP 1 - MP 12) (1 Seite), Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche, Abschätzung der kritischen Sohlschubspannung (19 Seiten)
Anlage 5	Ergebnisse der Standsicherheitsuntersuchungen (30 Seiten)

1. Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Stadt Werne plant den Gewässerausbau der Horne in Werne, von km 0,5 bis km 3,5. Im Vordergrund der Maßnahmen steht die ökologische Verbesserung, das heißt, der begradigte Flusslauf wird teilweise neu gestaltet. Im nördlichen Bereich ist zudem der Bau eines Regenrückhaltebeckens geplant.

Im Rahmen der Maßnahmen wurde die Ahlenberg Ingenieure GmbH am 01.03.2017 vom Ingenieurbüro Franz Fischer, Solingen-Ohligs, mit einer, Baugrunduntersuchung, Standsicherheitsbeurteilung, geotechnische Beratungsleistung, Gefährdungsabschätzung und dem Bodenmanagement zur Ausführungsplanung beauftragt.

Damit im Zuge der Untersuchungen und der folgenden Baumaßnahme keine Schäden an Kabeln oder Leitungen auftreten, wurde zusätzliche eine entsprechend ausführliche Recherche vorgenommen.

2. Verwendete Unterlagen

- U1 Übersichtsplan zur Ausführungsplanung, Stand 26.04.2018, Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH, Solingen-Ohligs
- U2 Lageplan Nord zur Ausführungsplanung, Stand 26.04.2018, Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH, Solingen-Ohligs
- U3 Lageplan Süd zur Ausführungsplanung, Stand 26.04.2018, Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH, Solingen-Ohligs
- U4 Planungsgrundlagen als Shape-Dateien zur Ausführungsplanung (digital), Stand 01.10.2018, Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH, Solingen-Ohligs
- U5 Altlastenkataster/Altlastenverdachtsflächen „Kreis Unna“, Stand 2015, Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH, Solingen-Ohligs
- U 6 DIN EN 1997-1:2014-03 (EC 7) -Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik- Teil 1: Allgemeine Regeln

-
- U7 DIN 1054:2010-12 Baugrund- Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau-
Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
 - U8 DIN 1055 Lastannahmen für Bauten
 - U9 DIN 4084 Gelände- und Böschungsbruchberechnungen
 - U10 DIN 19700-10:2004-07 Stauanlagen - Teil 10: Gemeinsame Festlegungen
 - U11 DIN 19700-11:2004-07 Stauanlagen - Teil 11: Talsperren
 - U12 DIN 19700-12:2004-12 Stauanlagen - Teil 12: Hochwasserrückhaltebecken
 - U13 DIN 19712:2013-01 Hochwasserschutzanlagen an Fließgewässern,
Januar 2013
 - U14 DWA-Regelwerk: Merkblatt DWA-M 507-01, Deiche an Fließgewässern
Teil 1: Planung, Bau und Betrieb

3. Räumliche Einordnung und Standortbeschreibung

Die etwa 12,6 km lange Horne, fließt auf einem ca. 3,5 km langen Teilstück durch die Stadt Werne, bevor sie südlich von Werne in die Lippe mündet. Die geplante ökologische Verbesserung der Horne beginnt im nördlichen Teil der Stadt im Bereich der „Vinzenzstraße“ und endet südlich vom „Stadtpark Werne“, in Höhe des „Südrings“. Neben den stark bewachsenen bzw. bepflanzten Arealen im nördlichen und südlichen Teil des Untersuchungsgebiets, wird die ökologische Verbesserung zu einem großen Teil im Stadtkern im Bereich dichter Bebauung durchgeführt.

Im Zuge der Baumaßnahme wird in weiten Bereichen innerhalb der derzeitigen Gewässerparzelle gearbeitet. Abschnittsweise (z. B. im nördlichen Bereich) erhält die Horne einen neuen Verlauf etwas abseits der derzeitigen Gewässertrasse. Dabei werden sowohl Waldflächen als auch leicht befestigte Grünflächen und Wege (Fuß/-Radwege) in Anspruch genommen.

4. Allgemeine Geologie und Hydrogeologie

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Großraum der Flussterrassenlandschaft der Lippeniederung, welche die münsterländische Tieflandbucht im Norden von der Hellwegbörde im Süden trennt.

Nach den Angaben der geologischen Karte (Blatt 4311, Maßstab 1 : 25.000) befindet sich das Untersuchungsgebiet im Bereich von quartären Ablagerungen. Überwiegend handelt es sich dabei um holozäne Flussablagerungen. Es werden allerdings, untergeordnet, auch pleistozäne Niederterrassen angetroffen.

Die holozänen Ablagerungen bestehen aus Flussaufschüttungen, folglich Anschwemmungen der Horne und setzen sich überwiegend aus humosem Lehm über Sand zusammen. Die Niederterrassen weisen eine primär sandige bis kiesige Struktur auf. Teilweise können diese aber von gering mächtigen Schluff überlagert sein.

Aus den Flussablagerungen haben sich primär Pseudogley-Gleye entwickelt, die im Oberboden eine schluffige bis tonige Textur aufweisen. Ein deutliches Merkmal dafür sind die bei den Felduntersuchungen angetroffenen grauen Verfärbungen, die auch als reduktive Horizonte (Gr-Horizont) bezeichnet werden. In den Bereichen des Untersuchungsgebietes, die nicht direkt am Flusssufer liegen, zum Beispiel bei den Untersuchungspunkten Ho 1 bis Ho 5, sind vor allem Pseudogley-Braunerden zu finden.

5. Bauhindernissrecherche

Eine Bauhindernissrecherche im Hinblick auf eventuell im Untergrund vorhandene Bauwerksreste o. ä. wurde auftragsgemäß nicht durchgeführt. Allerdings erfolgte insbesondere für die Aufschlussarbeiten entlang der Horne auf Grund des inner-städtischen Trassenverlaufs eine Kabel- und Leitungsrecherche. Durch die Verlegung bzw. Umgestaltung des Gewässers sind im Rahmen der Untersuchung sowie der anschließenden Baumaßnahme diverse Leitungstrassen betroffen, von denen einige für die Planung Einschränkungen darstellen. Dies gilt besonders für die geplante Böschung im Bereich der Feuerwache (nördlich von Ho 14) und für die Fläche um die Probenahmestelle

Ho 21. In diesen Bereichen tangiert die neue Gewässertrasse dort vorhandene Leitungstrassen.

6. Auswertung des Altlastenkatasters

Im Untersuchungsgebiet entlang der Horne befinden sich mehrere Altlastenverdachtsflächen. Dabei handelt es sich sowohl um altlastenverdächtige Altablagerungen als auch um Altlasten, die in früheren Baugrunduntersuchungen angetroffen wurden.

Auf Basis des von der Stadt Werne zur Verfügung gestellten Altlastenverdachtsflächenkatasters aus dem Jahr 2015 sind im Untersuchungsgebiet an mehreren Stellen chemische Belastungen zu erwarten. In der folgenden Tabelle sind die Altlastverdachtsflächen und die jeweils relevanten die Beprobungspunkte (aktuelle Untersuchung) aufgelistet.

Tabelle 1: Altlastenverdachtsflächen

Altlastenverdachts- flächennummer	Vermutete Kontaminationsart	Beprobungspunkte
08/366 & 08/364	Altablagerung: Ohne weitere Angaben über Qualität und Art	Ho 4, Ho 5, Ho 33, Ho 34
08/392 & 08/393	Altablagerung: Ohne weitere Angaben über Qualität und Art	Ho 11, Ho 12, Ho 13
08/397	Altablagerung: Ohne weitere Angaben über Qualität und Art	Ho 21
08/661	Altlast: Blei, Zink, PAK, B[a]p erhöht (Aschen, Schlacken, Bauschutt)	Ho 16, Ho 17

Bei den potentiell belasteten Altablagerungen handelt es sich primär um Hohlraumverfüllungen, über deren Art und Qualität keine Angaben vorliegen.

Die Altlast 08/661 südlich der Straße „Konrad-Adenauer-Platz“ wurde in den Jahren 2002 und 2003 bei Baugrunduntersuchungen festgestellt. Die untersuchten Mischproben ergaben leicht erhöhte Gehalte an anorganischen und organischen Schadstoffen. Die analysierten Bodenproben überschritten die Prüfwerte der BBodSchV für den Wirkungspfad Boden-Mensch für Kinderspielplätze. Die Prüfwerte für eine gewerbliche Nutzung werden eingehalten. Die Auffüllungsmaterialien, in denen die erhöhten PAK-Gehalte festgestellt wurden, liegen oberhalb des Grundwasserschwankungsbereichs.

7 Baugrund

7.1 Umfang der Feld- und Laboruntersuchungen

Seitens der Ahlenberg Ingenieure GmbH wurden zur Erkundung der Schichtenfolge (mit Gewinnung von gestörten Bodenproben) und des Lagerungszustandes bzw. der Konsistenz der anstehenden Böden vom 14.05.2018 bis 13.06.2018 insgesamt 36 Kleinrammbohrungen (RKS 1 bis 36) jeweils mit dazugehöriger leichter/mittelschwerer Rammsondierung (DPL/M 1 - 36) durchgeführt (siehe Tabelle 1).

Tabelle 2: Durchgeführte Felduntersuchungen

Aufschlüsse	Datum	GOK [m NN]	Tiefe [m]	Rammsondierung DPL/M* [m]
RKS Ho 1	18.05.2018	+58,84	3,00	3,00
RKS Ho 2	18.05.2018	+58,19	3,00	3,00
RKS Ho 3	28.05.2018	+57,86	3,00	4,00
RKS Ho 4	28.05.2018	+57,74	3,00	3,00
RKS Ho 5	28.05.2018	+57,44	3,00	3,00
RKS Ho 6	14.05.2018	+56,03	3,00	3,00
RKS Ho 7	14.05.2018	+57,75	3,00	3,00
RKS Ho 8	14.05.2018	+57,19	3,00	3,00
RKS Ho 9	14.05.2018	+57,30	3,00	3,00
RKS Ho 10	14.05.2018	+56,25	3,00	3,00
RKS Ho 11	14.05.2018	+56,04	3,00	3,00
RKS Ho 12	14.05.2018	+57,01	3,00	3,00
RKS Ho 13	24.05.2018	+57,07	3,00	3,00
RKS Ho 14	24.05.2018	+57,33	3,00	3,00
RKS Ho 15	24.05.2018	+56,87	3,00	3,00
RKS Ho 16	24.05.2018	+57,92	5,00	5,00
RKS Ho 17	23.05.2018	+55,40	1,25	1,20
RKS Ho 17a	24.05.2018	+55,52	3,00	4,00
RKS Ho 18	23.05.2018	+56,35	3,00	3,00
RKS Ho 19	23.05.2018	+54,49	3,00	3,00
RKS Ho 20	23.05.2018	+56,20	3,00	3,00

Aufschlüsse	Datum	GOK [m NN]	Tiefe [m]	Rammsondierung DPL/M* [m]
RKS Ho 21	23.05.2018	+55,43	3,00	3,00
RKS Ho 22	22.05.2018	+55,57	6,00	6,00
RKS Ho 23	22.05.2018	+55,31	6,00	6,00
RKS Ho 24	22.05.2018	+53,01	5,00	5,00
RKS Ho 25	16.05.2018	+52,42	3,00	3,00
RKS Ho 26	16.05.2018	+52,37	3,00	3,00
RKS Ho 27	16.05.2018	+52,77	3,00	4,00
RKS Ho 28	16.05.2018	+52,67	3,00	4,00
RKS Ho 29	15.05.2018	+55,03	3,00	3,00
RKS Ho 30	15.05.2018	+52,60	3,00	4,00
RKS Ho 31	15.05.2018	+53,41	3,00	3,00
RKS Ho 32	15.05.2018	+52,51	3,00	3,00
RKS Ho 33	13.06.2018	+57,25	3,00	3,00
RKS Ho 34	13.06.2018	+57,24	3,00	3,00
RKS Ho 35	13.06.2018	+55,48	3,00	3,00
RKS Ho 36	13.06.2018	+56,21	6,00	6,00

Die Lage der Sondieransatzpunkte kann den Lageplänen (Anlage 1.1 und 1.2) entnommen werden. Die Ergebnisse der Felduntersuchungen sind in Form Schichtprofilen und Rammdiagrammen als Einzelblätter zusammen mit der zugehörigen Zeichenerklärung in der Sammelanlage 2 dargestellt.

Generell wurden aus dem Bohrgut entsprechend der Schichtenfolge, mindestens jedoch pro laufenden Meter, gestörte Bodenproben entnommen und in luftdicht verschließbare Glasbehälter verpackt. Das Probenmaterial wurde von Mitarbeitern der Ahlenberg Ingenieure GmbH hinsichtlich geotechnischer Belange und organoleptischer Auffälligkeiten beurteilt.

Die Geländehöhen im Bereich der 36 Aufschlüsse liegen zwischen + 52,37 m NN (RKB 26) und + 58,84 m NN (RKB 1).

Ausgewählte Bodenproben wurden für bodenmechanische Laborversuche gemäß Mischplan in Sammelanlage 4 zu insgesamt 12 repräsentativen Labormischproben (LMP 1 bis LMP 12) zusammengefasst.

An den o. g. Proben wurden im bodenmechanischen Labor der Ahlenberg Ingenieure GmbH die Korngrößenverteilung nach DIN 18123, der Wassergehalt nach DIN 18121, die Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN 18122, der Glühverlust nach DIN 18128 und der Kalkgehalt nach DIN 18129 bestimmt.

Die Ergebnisse der Laborversuche sind in Form von Kornverteilungskurven und Plastizitätsdiagrammen in der Sammelanlage 4 beigelegt.

7.2 Baugrundaufbau

Aufgrund der Aufschlussergebnisse lassen sich die Baugrundverhältnisse im Bereich des Untersuchungsgebiets entlang der Horne wie folgt beschreiben.

Ab der Geländeoberkante wurden fast an allen Aufschlusspunkten zunächst aufgefüllte Materialien angetroffen. Diese setzen sich überwiegend aus schluffigem feinsandigem, humosem Oberboden zusammen, der vereinzelt mit anthropogenen mineralischen Bestandteilen (Bauschuttreste, Aschereste) durchsetzt ist. Die Dicke der Oberbodenauffüllungen beträgt zwischen 0,10 m bis 0,50 m. Eine Ausnahme stellen die in einem Waldstück durchgeführten Aufschlüsse Ho 1 und Ho 2 dar. Hier wurde ab der Geländeoberkante die natürlich gewachsene Schichtenfolge beginnend mit dem Oberboden angetroffen.

Unterhalb des Oberbodens und teilweise direkt ab der Geländeoberkante wurde in weiten Bereichen eine heterogen zusammengesetzte Auffüllungsschicht angetroffen. Innerhalb der Auffüllungen variieren die Auffüllungsmaterialien/-bestandteile und die Schichtdicken.

Im nördlichen Bereich, von Ho 3 bis Ho 10 und den zusätzlichen Aufschlüssen Ho 33 und Ho 34, setzen sich die Auffüllungen überwiegend aus natürlichen

umgelagerten Fein- bis Mittelsanden zusammen, in die teilweise organische Materialien oder Bauschuttreste, Aschereste und Holzreste eingelagert sind.

Innerhalb der Aufschlüsse Ho 6 und 7 bestehen die Auffüllungen hauptsächlich aus Bauschuttresten. Hingegen steht in Ho 9 und Ho 10 nach dem aufgefüllten Oberboden direkt der gewachsene Boden an. Die Dicke der Auffüllung beträgt zwischen 0,2 m (RKB Ho 3) und 1,05 m (RKB Ho 9).

Bei den Aufschlüssen Ho 11 bis Ho 21 zeigt sich ein ähnliches Bild. Unterhalb des Oberbodens stehen zunächst umgelagerte natürliche Böden an. Diese werden von gewachsenen schluffigen Sanden oder sandigen Schluffen unterlagert. Bauschutt und andere anthropogene mineralische Auffüllungsmaterialien wurden bei den Aufschlüssen Ho 16 bis Ho 20 gefunden. Die Schichtdicken variieren zwischen 0,5 m (RKB 20) und 1,95 m (RKB 16).

Bei den nachträglich abgeteufte Aufschlüssen Ho 35 und Ho 36, nördlich und südlich der Brücke an der Kurt-Schumacher-Straße, wurde aufgrund der vorhandenen Böschungslage ein sehr unterschiedlicher Schichtenaufbau aufgeschlossen. Auf der nördlichen Seite der Brücke (RKB Ho 35) wurde der Aufschluss am Böschungsfuß durchgeführt. Hier stellt sich die Schichtfolge wie bei den bereits beschriebenen Aufschlüssen dar (gew. Boden bestehend aus sandigen Schluff oder schluffigen Feinsanden). Auf der südlichen Seite wurde die Rammkernsondierung RKB Ho 36 aufgrund der sehr steilen Böschung im Bereich des Böschungskopfes, in unmittelbarer Nähe zum vorhanden Weg, durchgeführt. Von der GOK bis in eine Tiefe von ca. 5,5 m wurden Aufschüttungen vorgefunden, die sich aus umgelagerten, schluffigen Feinsanden bzw. feinsandigen Schluffen zusammensetzen und ununterbrochen mit Bauschuttresten durchzogen sind. Danach folgt der gewachsene Boden bis zur Endteufe in 6,0 m Tiefe.

Bei den Aufschlüssen RKB Ho 22 bis RKB Ho 24, im Bereich des Hallenbades, wurden besonders große Auffüllungsdicken von über 2,0 m angesprochen. Diese Aufschlüsse wurden am Böschungskopf durchgeführt und stellen somit auch den gesamten Schichtaufbau dieses stark anthropogen überprägten Bereiches

dar. Die Auffüllungen bestehen aus teilweise humosen, schluffigen Feinsanden mit Resten von Bauschutt, Aschen und Holzresten.

Im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes (RKB Ho 25 bis RKB Ho 32) wurden bei allen Aufschlüssen, abgesehen von RKB Ho 30, Auffüllungsmaterialien unterhalb des Oberbodens angetroffen. In den aufgefüllten umgelagerten schluffigen Feinsanden sind vereinzelt Bauschuttreste und Aschen eingelagert. Die Dicke der Aufschüttung beträgt zwischen 0,4 m (RKB Ho 29) und 1,1 m (RKB Ho 25).

Im Untersuchungsgebiet besteht das Aufschüttungsmaterial somit in den meisten Fällen vor allem aus umgelagerten Bodenmaterial, welches mit unterschiedlichen, anthropogenen mineralischen Bestandteilen in wechselnden Anteilen durchsetzt ist.

Unterhalb der Auffüllungen folgt der gewachsene Boden in Form von zum Teil tonigem oder schwach organischem schluffigem Feinsand oder feinsandigen Schluffen. Ab der Höhe des Grundwasserspiegels weist der Boden eine deutliche Graufärbung auf, was auf reduktive Bodenbedingungen schließen lässt.

Das Grundgebirge wurde mit den aktuellen Aufschlüssen nicht erreicht.

7.3 Eindringwiderstände

Bei der Durchführung der Rammsondierungen mit der leichten/mittelschweren Rammsonde wurden innerhalb der Auffüllungen sehr unterschiedliche Schlagzahlen gemessen. Dies deutet auf wechselnde Lagerzustände bzw. auf unterschiedliche Konsistenzen der aufgefüllten Böden hin.

Innerhalb der gewachsenen Böden wurden mit der leichten Rammsonde überwiegend Schlagzahlen von $N_{10} = 2$ bis 10 gemessen. Dies lässt auf eine lockere Lagerungsdichte bzw. eine weiche Konsistenz der gewachsenen Böden schließen. Bei vereinzelt Rammsondierungen (z. B.: DPL Ho 19) wurden im Bereich

der gewachsenen Böden Schlagzahlen von $N_{10} < 5$ gemessen. Hier ist von einer breiigen Konsistenz bzw. sehr lockeren Lagerung auszugehen.

Bei den Rammsondierung DPL Ho 16 wurden im Bereich der gewachsenen Böden Schlagzahlen von $N_{10} = 10$ bis 25 gemessen. Hier kann von einer lockeren bis mitteldichten Lagerung bzw. einer steifen bis halbfesten Konsistenz ausgegangen werden. Die Rammsondierung 17 musste aufgrund einer nach 1,25 m anstehenden Betonschicht umgelegt werden. Das Sondierungsergebnis von DPL Ho 17a weist im gewachsenen Boden ebenfalls eine weiche Konsistenz auf. Ab ca. 3,0 m steigen die Schlagzahlen jedoch an. Hier ist von einer steifen Konsistenz auszugehen.

7.4 Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

Die Ergebnisse der an den Labormischproben (LMP) durchgeführten bodenmechanischen Laborversuche sind nachfolgend tabellarisch aufgeführt. Ein Mischplan und die Ergebnisse der geotechnischen Laboratoriumsuntersuchungen sind in der Anlage 4 zusammengestellt.

Tabelle 3: Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

LMP	Tiefe [m]	Bodenart	ko	w [%]	wL [%]	wP [%]	Vgl [%]	Vca [%]
1	1,00 – 2,60	fS-mS, u', t'	x	20,5	-	-	-	0,2
2	2,30 – 3,00	T, u*, fs', o'	x	28,5	70,8	32,8	5,3	-
3	1,20 – 3,00	fS-mS, u', vereinz. g, o, Holz-, Wurzelreste	x	17,1	-	-	-	-
4	1,40 – 3,00	U, s*, t', o'	x	24,4	38,3	22,3	3,7	0,7
5	1,60 – 3,00	fS, u, ms	x	16,9	-	-	-	-
6	1,10 – 4,20	U, s*, t', o	x	25,2	-	-	-	-
7	0,90 – 2,80	U, s*, t', Holzreste	x	44,4	52,5	31,1	7,0	0,2
8	2,50 – 4,00	S, u, t', o, Holzreste, fS-Streifen	x	31,5	-	-	4,5	0,0
9	1,30 – 2,30	A fS-mS, u, Wurzelreste, vereinz. Holzreste	x	14,3	-	-	-	-
10	0,70 – 2,00	fS-mS, u, t', o, Holzreste	x	30,9	32,2	22,2	4,3	-
11	1,00 – 3,00	fS-mS, u, t', o	x	15,2	-	-	4,3	-
12	2,40 – 3,00	U, s*, t', vereinz. o	x	20,9			2,4	-

In der Tabelle bedeutet:

k_o	=	Kornverteilung s. Anlage 4
w	=	Wassergehalt
w_L	=	Wassergehalt an der Fließgrenze
w_P	=	Wassergehalt an der Ausrollgrenze
V_{gl}	=	Glühverlust
V_{ca}	=	Kalkgehalt

Nach dem Ergebnis der Sieb- und Schlämmanalysen gemäß DIN 18 123 setzen sich die untersuchten Böden zum einen aus Sanden (LMP 1, LMP 3, LMP 5, LMP 8, LMP 9 bis LMP 11) bzw. stark sandigen Schluffen (LMP 4, LMP 6, LMP 7, LMP 12) und stark tonigen feinsandigen Schluffen (LMP 2) zusammen. Die hinsichtlich der Kornverteilung untersuchten setzen sich ähnlich wie die gewachsenen Böden aus einem Fein- bis Mittelsand (LMP 9) zusammen. Die Wassergehalte der hinsichtlich der Korngrößenverteilung untersuchten Böden liegen zwischen 14,3 % (LMP 9) und 44,4 % (LMP 7). Die hohen Wassergehalte sind auch auf die organischen Anteile in diesen Böden (vgl. Glühverlust) zurückzuführen.

Die Bestimmung der Kalkgehalte an den Proben LMP 1, LMP 4, LMP 7 und LMP 8 ergab keine nennenswerte Kalkgehalte.

Aus den Ergebnissen der Konsistenzgrenzenbestimmung kann die Plastizitätszahl I_p und die Konsistenzzahl I_c bestimmt werden. Die untersuchten Böden können anhand ihrer Plastizitätszahl in Abhängigkeit von der Fließgrenze in das Plastizitätsdiagramm nach DIN 18 196 eingeordnet werden. Danach ergibt sich für die untersuchten Proben LMP 4 und LMP 10 eine Einstufung in die Bodengruppe „leicht plastische Tone (TL)“, für die LMP 2 eine Einstufung in die Bodengruppe „ausgeprägt plastische Tone (TA)“ und für die LMP 7 eine Einstufung in die Bodengruppe „organische Tone (OT)“.

7.5 Baugrundbeurteilung

Aus den in den Querprofilen angegebenen Sohlthiefen des geplanten Gewässers ergeben sich Einschnittstiefen, die im Wesentlichen den aktuellen entsprechen. Lediglich für den Rückbau des derzeitigen Sohlsubstrates wird sich temporär eine etwa 0,5 m größere Einschnittstiefe ergeben.

Damit werden bei der Herstellung des neuen Gewässers die oberflächennahen Auffüllungen im derzeitigen Einschnittsbereich (überwiegend umgelagerte natürliche Böden) und die gewachsenen Schluffe und Sande angeschnitten.

7.6 Homogenbereiche

Im Böschungsbereich des aktuellen Flusslaufs der Horne und in den geplanten neuen Bereichen stehen die folgenden unterscheidbaren Schichten an:

- Oberboden
- Auffüllungen (Bauschuttreste, Aschereste, Schlacken, Bergematerial)
- schluffige Auffüllungen (Schluff, feinsandig z. T. mit Bauschuttresten durchsetzt)
- sandige Auffüllungen (Sand, schluffig z. T. mit Bauschuttresten durchsetzt)
- gewachsener Schluff, feinsandig, teilweise tonig und kalkhaltig
- gewachsener Sand, schluffig

Eine weitere Differenzierung ist unter Ansatz des Vorhabens (Ökologische Verbesserung) nicht sinnvoll. Relevant ist hier DIN 18300 (Erdarbeiten). Die aufgeschlossenen Auffüllungen und Böden lassen sich nach VOB Teil C aufgrund der bodenmechanischen Eigenschaften in folgende Homogenbereiche einteilen:

Tabelle 4: Homogenbereiche nach VOB-Teil C

Nr.	Bodenart	DIN 18300
		Erdarbeiten -lösen/einbauen-
1	Oberboden	LOES-A / EIN A
2	Auffüllungen (Bauschuttreste, Aschereste, Schlacken, Bergematerial)	LOES-B / EIN-B
3	schluffige Auffüllungen (Schluff, feinsandig z. T. mit Bauschuttresten durchsetzt)	LOES-C / EIN-C
4	sandige Auffüllungen (Sand, schluffig z. T. mit Bauschuttresten durch-	LOES-C / EIN-C

Nr.	Bodenart	DIN 18300
		Erdarbeiten -lösen/einbauen-
	setzt)	
5	gewachsener Schluff, feinsandig, teilweise tonig und kalkhaltig	LOES-D / EIN-D
6	gewachsener Sand, schluffig	LOES-E / EIN-E

7.7 Bodenklassifikation und Bodengruppen

Die aufgeschlossenen Böden sind nach DIN 18 300 (alt) und DIN 18 196 in folgende Bodenklassen bzw. Bodengruppen einzuordnen:

Tabelle 5: Bodenklassen nach DIN 18 300 (2012-09)

Bodenart	Bodenklasse nach DIN 18 300	Bezeichnung
Oberboden (1)	1	Oberboden
Auffüllungen (Schlacke, Asche, Bauschutt) (2)	3 – 5	schwer lösbare Bodenarten bzw. leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten
schluffige Auffüllungen (3)	4 – 5 ¹⁾	mittelschwer bis schwer lösbare Bodenarten
sandige Auffüllungen (4)	3 - 4	leicht bis mittelschwer lösbare Bodenarten
gewachsener Schluff (5)	4 – 5 ¹⁾	mittelschwer bis schwer lösbare Bodenarten
gewachsener Sand (6)	3 - 4	leicht bis mittelschwer lösbare Bodenarten

- 1) Auf die Wasser- und Bewegungsempfindlichkeit dieser Böden ist besonders hinzuweisen. Beim Aushub unterhalb des Grundwasserspiegels bzw. in wassergesättigtem Zustand können die Merkmale der Bodenklasse 2 (fließende Bodenarten) zutreffen.

Tabelle 6: Bodengruppen nach DIN 18 196

Bodenart	Bodengruppe nach DIN 18 196
Bauschutt, Asche, Schlacken etc. (Auffüllungen)	A [GI / GW]
schluffige Auffüllungen	TL / TM
sandige Auffüllungen	SW / SI
gewachsener Schluff	TL / TM/ TA (OT)
gewachsener Sand	SW / SI

7.8 Bodenmechanische Kennwerte

Auf der Grundlage der Ergebnisse aus den bodenmechanischen Laborversuchen und der Erfahrungen der Ahlenberg Ingenieure GmbH lassen sich die bodenmechanischen Kennwerte wie folgt angeben:

Tabelle 7: Mittlere bodenmechanische Kennwerte (charakteristische Werte)

Bodenart	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kN/m ²]	E_s [kN/m ²]
Bauschutt, Asche, Schlacken etc. (Auffüllungen)	21	11	35	0	60 - 100
schluffige Auffüllungen	19 - 21	10-11	25 – 27,5	15 - 5	1 - 15
sandige Auffüllung	19 - 20	10-11	30 - 33	5-0	30 - 80
gewachsener Schluff	20	11	25 – 27,5	20 - 10	10 - 15
gewachsener Sand	19 - 20	10-11	30 - 33	5-0	30 - 80

In der Tabelle bedeuten:

γ / γ'	= Wichte des feuchten Bodens / unter Auftrieb
ϕ'	= Reibungswinkel des dränierten Bodens
c'	= Kohäsion des dränierten Bodens
E_s	= Steifemodul

Die Wasserdurchlässigkeit der anstehenden Schluffe und der schluffigen Auffüllungen lässt sich aufgrund der Körnungslinien generell mit $k_f = 1 \times 10^{-6}$ m/s bis 1×10^{-7} m/s abschätzen. Nach DIN 18 130 sind diese Böden als „schwach durchlässig“ einzustufen.

fen. Allerdings bestehen auf Grund von höheren Anteilen an Feinboden (Ton) auch „sehr schwach durchlässige“ Bereiche mit einem k_f -Wert von 1×10^{-9} .

Der sandige Boden im Untersuchungsgebiet weist eine größerer Durchlässigkeit auf. Auf Basis der Körnungslinie lässt sich ein k_f -Wert von 1×10^{-5} bis 1×10^{-6} abschätzen. Der Boden ist somit nach DIN 18300 als „durchlässig“ zu klassifizieren.

Anhand der durchgeführte Korngrößenanalysen kann die Grenzscheppspannung (kritische Sohlschubspannung) des Sohlsedimentes berechnet werden. Im Bereich der Sohle der Horne sind sandige Böden als Sohlssubstrat vorgesehen. Die Grenzscheppspannung wurde vom Ingenieurbüro Frischer nach DIN 19661 Teil 2 ermittelt. Hierzu wurde zunächst der mittlere Korndurchmesser der Sand- und Kiesfraktion der Proben mit deutlichen Sandanteil berechnet. Die Herangehensweise und die Ergebnisse der Berechnungen sind im Heft 1, Anlage 9 dargestellt. In der Tabelle 8 sind die wesentlichen Ergebnisse der Berechnungen wiedergegeben. Die Labormischprobe LMP 2 wurde im Hinblick auf die Grenzscheppspannung nicht weiter betrachtet, da durch diese Probe ein stark bindiger Boden (T , u^* , fs' , o') repräsentiert wird, der nicht als Sohlssubstrat verwendet wird.

Tabelle 8: Grenzscheppspannungen (Berechnet durch Ingenieurbüro Frischer, Heft 1, Anlage 9)

Bach- km [km]*	Probe	Tiefe u. GOK [m]	Bodenart	Grenzscheppspannung (Berechnung durch Ingenieurbüro Frischer	
				niedrig Schwebstoff- führung [N/m²]	hohe Schweb- stoffführung [N/m²]
3,20	LMP 1 RKB 3 – 5	1,00 – 2,60	fS-ms, u' , t'	2,7	3,8
2,70	LMP 3 RKB 8 – 10	1,20 – 3,00	fS-mS	2,8	4,0
2,50	LMP 4 RKB 11 – 13	1,40 – 3,00	U, s^* , t' o'	2,5	3,7
2,30	LMP 5 RKB 14 – 15	1,60 – 3,00	fS, u, ms	2,5	3,7

Bach- km [km]*	Probe	Tiefe u. GOK [m]	Bodenart	Grenzscheppspannung (Berechnung durch Ingenieurbüro Fischer	
				niedrig Schwebstoff- führung [N/m ²]	hohe Schweb- stoffführung [N/m ²]
2,10	LMP 6 RKB 16 – 18	1,10 – 4,20	U, s*, t', o	2,7	3,8
1,80	LMP 7 RKB 19 – 21	0,90 – 2,80	U, s*, t', o	2,6	3,7
1,70	LMP 8 RKB 22 – 23	2,50 – 4,00	S, u, t', o	2,6	3,7
1,60	LMP 9 RKB 24	1,30 – 2,30	fS-mS, u	2,6	4,0
1,35	LMP 10 RKB 25 – 26	0,70 – 2,00	fS-mS, u, t', o	2,5	4,0
1,00	LMP 11 RKB 30	1,00 – 3,00	fS-mS, u, t', o	2,7	3,8
0,80	LMP 12 RKB 32	2,40 – 3,00	U, s*, t', o	2,7	3,8

* die Bach-km sind abgeschätzt und nicht abgemessen

Die in der Tabelle 8 angegebenen Werte gelten nicht für stark organische Partien und nicht für aufgefüllte Bereiche.

Für die Sohlschubspannung des Gewässers wurde seitens des Ingenieurbüros Fischer GmbH ein Wert von 2,5 bis 4,0 N/m² für die Horne angegeben, zu dem der aktuell überplante Gewässerabschnitt gehört. Der Tabelle 8 ist zu entnehmen, dass die Grenzscheppspannungen der anstehenden Böden im Bereich der angegebenen Sohlschubspannung liegen.

Die Ergebnisse der Berechnungen der Grenzscheppspannungen sind in der Anlage 4 zu diesem Bericht dokumentiert.

8. Grundwasser

Der für die Baumaßnahme maßgebende Grundwasserhorizont liegt in den quartären Lockergesteinen. Dabei handelt es sich um in wechselnden Höhenlagen und Schichtdicken anstehende sandige Schluffe bzw. schluffige Fein- bis Mittelsande. Daher ist eine Beeinflussung der Erdarbeiten, die bis unter den Grundwasserspiegel reichen, zu erwarten. Entsprechende Erschwernisse sind zu berücksichtigen.

8.1 Grundwasserstände

Zusammenhängendes Grundwasser wurde im Zuge der Baugrunderkundung Mitte Mai bis Mitte Juni 2018 in folgenden Tiefen angetroffen:

Tabelle 9: Grundwasserstände zwischen dem 13.05.18 bis 13.06.18

Sondierung	Wasser angetroffen [m unter GOK]	Wasser angetroffen [m NN]
RKB 1	1,10	+57,74
RKB 2	1,00	+57,19
RKB 3	1,10	+56,76
RKB 4	1,00	+56,74
RKB 5	1,20	+56,25
RKB 33	2,70	+54,55
RKB 34	1,60	+55,64
RKB 9	1,50	+55,80
RKB 10	2,50	+53,75
RKB 11	2,20	+53,84
RKB 14	2,10	+55,23
RKB 15	1,70	+55,17
RKB 16	3,70	+54,22
RKB 17a	2,00	+53,52
RKB 21	2,70	+52,73
RKB 35	2,50	+52,98
RKB 22	4,00	+51,57
RKB 23	3,20	+52,11

Sondierung	Wasser angetroffen [m unter GOK]	Wasser angetroffen [m NN]
RKB 24	3,90	+49,11
RKB 25	1,00	+51,43
RKB 26	0,90	+51,47
RKB 27	2,50	+50,27
RKB 28	2,50	+50,17
RKB 30	2,00	+50,60

Jahreszeitlich bedingt wird es sich um mittlere Grundwasserstände handeln. In Abhängigkeit von Niederschlägen können Stauwasserhorizonte bzw. Vernässungszonen auch in höheren Horizonten nicht ausgeschlossen werden. Langzeitmessungen zur Abschätzung des Grundwasserspiegelschwankungsbereiches liegen der Ahlenberg Ingenieure GmbH für den Untersuchungsbereich nicht vor.

9. Chemische Bodenuntersuchung

Aus den im Mai/Juni 2018 entnommenen Bodenproben wurden Einzelproben ausgewählt und gemäß Mischplan in Anlage 3 zu insgesamt 43 repräsentativen Mischproben zusammengefasst. Die Mischproben wurden dem Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen zur Durchführung der chemischen Analysen überstellt. Der Analyseumfang orientiert sich an der LAGA TR Boden (2004) Tabellen II.1.2-2 (Feststoff) und II.1.2-3 (Eluat). Bei einer Überschreitung der LAGA-Zuordnungsklasse Z 2 wurde zudem eine Analyse gemäß Deponieverordnung veranlasst. Diese Untersuchungen wurden durchgeführt, um die sich beim Gewässerumbau ergebenden Überschussmassen zu klassifizieren.

9.1 Auswertung der Untersuchungsergebnisse nach LAGA TR Boden (2004)

Die Auswertung der Ergebnisse der chemischen Analysen nach LAGA TR Boden (2004) im Hinblick auf die Verwertung der als Aushub anfallenden Böden ist nachfolgend tabellarisch zusammengestellt. Der Mischplan und die Ergebnisse (Datenblätter der chemischen Untersuchungen) sind als Anlage 3 diesem Bericht beigelegt.

Tabelle 10: Mischplan und Ergebnisse der chemischen Untersuchungen
nach LAGA TR Boden (2004)

Mischprobe	RKB	Tiefe in m	LAGA TR Boden (2004)	LAGA TR Boden ¹⁾
MP_Ho_Wald_1_Mu	RKB Ho1 - RKB Ho 2	0,00 - 0,40	Z 2	Z 1.2
MP_Ho_Wald_2_S	RKB Ho 1 - RKB Ho 2	0,40 - 3,00	Z 0	
MP_Ho_Wald_3_U	RKB Ho 1	0,40 - 1,90	Z 1.2	
MP_Ho_Hundeplatz-Süd_1_Mu	RKB Ho 3 - RKB Ho 5	0,00 - 0,30	Z 2	Z 2
MP_Ho_Hundeplatz-Süd_2_A	RKB Ho 3 - RKB Ho 5	0,20 - 1,00	Z 2	
MP_Ho_Hundeplatz-Süd_3_S	RKB Ho 3 - RKB Ho 5	0,40 - 3,00	Z 0	
MP_Ho_Hansastraße Nord_1_Mu	RKB Ho 8 - RKB Ho 10	0,00 - 0,50	Z 2	Z 0
MP_Ho_Hansastraße Nord_2_A	RKB Ho 6 - RKB Ho 8	0,00 - 1,20	Z 1	
MP_Ho_Hansastraße Nord_3_U	RKB Ho 6 - RKB Ho 7	1,20 - 3,00	Z 1.2	
MP_Ho_Hansastraße Nord_4_U	RKB Ho 8 - RKB Ho 10	0,50 - 2,00	Z 0	
MP_Ho_Hansastraße Nord_5_S	RKB Ho 6 - RKB Ho 7	1,10 - 3,00	Z 1.2	
MP_Ho_Hansastraße Nord_6_S	RKB Ho 8 - RKB Ho 10	1,20 - 3,00	Z 1.2	
MP_Ho_Feuerwehr_1_Mu	RKB Ho 11 - RKB Ho 13	0,00 - 0,35	Z 2	Z 1.2
MP_Ho_Feuerwehr_2_A	RKB Ho 11 + RKB Ho 13	0,20 - 1,00	Z 1.2	
MP_Ho_Feuerwehr_3_U	RKB Ho 11 - RKB Ho 13	0,35 - 3,00	Z 1.2	
MP_Ho_Stadthaus_1_Mu	RKB Ho 14 - RKB Ho 15	0,00 - 0,40	Z 2	Z 1.2
MP_Ho_Stadthaus_2_A	RKB Ho 14 - RKB Ho 15	0,15 - 1,60	Z 0	
MP_Ho_Stadthaus_3_S	RKB Ho 14 - RKB Ho 15	0,50 - 3,00	Z 0	
MP_Ho_Konrad-Adenauer-Platz_1_Mu	RKB Ho 16 - RKB Ho 17a	0,00 - 0,25	Z 2	Z 1.2
MP_Ho_Konrad-Adenauer-Platz_2_A	RKB Ho 16 - RKB Ho 17a	0,15 - 2,10	Z 2	
MP_Ho_Konrad-Adenauer-Platz_3_U	RKB Ho 16 - RKB Ho 17a	1,10 - 4,20	Z 1.2	
MP_Ho_Konrad-Adenauer-Platz_4_S	RKB Ho 16 - RKB Ho 17a	2,10 - 5,00	Z 0	
MP_Ho_Münsterstraße_1_Mu	RKB Ho 18 - RKB Ho 20	0,00 - 0,50	Z 2	Z 1.2
MP_Ho_Münsterstraße_2_A	RKB Ho 18 - RKB Ho 20	0,50 - 1,90	Z 2	
MP_Ho_Münsterstraße_3_U	RKB Ho 18 - RKB Ho 20	0,90 - 3,00	Z 2	
MP_Ho_Kurt_Schumacher_1_Mu	RKB Ho 21	0,00 - 0,50	Z 2	Z 1.2
MP_Ho_Kurt_Schumacher_2_A	RKB Ho 21	0,50 - 1,10	Z 2	

Mischprobe	RKB	Tiefe in m	LAGA TR Boden (2004)	LAGA TR Boden ¹⁾
2 A				
MP_Ho_Kurt_Schumacher_3_S	RKB Ho 21	1,10 - 3,00	Z 2	
MP_Ho_Schwimmbad_1_A	RKB Ho 22 - RKB Ho 24	0,00 - 3,00	Z 2	
MP_Ho_Schwimmbad_2_U	RKB Ho 22 - RKB Ho 24	3,00 - 6,00	Z 1.2	
MP_Ho_Stadtpark_1_Mu	RKB Ho 25 - RKB Ho 27	0,00 - 0,40	Z 2	Z 1
MP_Ho_Stadtpark_2_Mu	RKB Ho 28 - RKB Ho 29	0,00 - 0,20	> Z 2	Z 2
MP_Ho_Stadtpark_3_Mu	RKB Ho 30 - RKB Ho 32	0,00 - 0,40	Z 2	Z 1.2
MP_Ho_Stadtpark_4 A	RKB Ho 25 - RKB Ho 27	0,10 - 1,20	> Z 2	
MP_Ho_Stadtpark_5 A	RKB Ho 28 - RKB Ho 29	0,20 - 0,70	Z 2	
MP_Ho_Stadtpark_6 A	RKB Ho 31 - RKB Ho 32	0,20 - 1,20	Z 1	
MP_Ho_Stadtpark_7 U	RKB Ho 25 - RKB Ho 27	0,70 - 3,00	Z 2	
MP_Ho_Stadtpark_8 U	RKB Ho 28 - RKB Ho 29	0,70 - 3,00	Z 1.2	
MP_Ho_Stadtpark_9 U	RKB Ho 30 - RKB Ho 32	0,40 - 3,00	Z 1.2	
MP_Ho_Stadtpark_10 S	RKB Ho 26 - RKB Ho 32	0,60 - 3,00	Z 1	
MP_Ho_Teich_1_Mu	RKB Ho 33 - RKB Ho 34	0,00 - 0,40	Z 2	Z 2
MP_Ho_Teich_2_U	RKB Ho 33 - RKB Ho 34	0,30 - 2,50	Z 1.2	
MP_Ho_Teich_3_S	RKB Ho 33 - RKB Ho 34	0,40 - 3,00	Z 0	

¹⁾ ohne Berücksichtigung des Parameter TOC (Feststoff), gilt nur für den Oberboden

Die Mischproben aus dem Bereich der Oberböden weisen aufgrund der natürlich enthaltenen organischen Substanz einen erhöhten TOC-Gehalt auf und sind daher häufig der Verwertungsklasse Z 2 zuzuordnen. Die durch die Mischproben repräsentativen Auffüllungen bzw. umgelagerten Böden sind ebenfalls überwiegend in die LAGA Zuordnungsklasse Z 2 einzustufen. Die Mischproben aus dem Bereich der gewachsenen Böden sind nach der LAGA TR Boden (2004) zum großen Teil der Klasse Z 1.2 zuzuordnen. Der Leitparameter der Belastung des gewachsenen Bodens ist Kupfer.

Als besonders stark belastet haben sich die Mischproben „MP_Ho_Stadtpark_2_Mu“ und „MP_Ho_Stadtpark_4 A“ herausgestellt. Bei beiden Mischproben werden die Z 2 Zuordnungswerte überschritten, weshalb nachträglich eine chemische Analyse gemäß Deponieverordnung veranlasst wurde. Demnach ist das durch die Mischprobe „MP_Ho_Stadtpark_2_Mu“ repräsentierte Material der Deponieklasse DK III und das durch die Mischprobe „MP_Ho_Stadtpark_4 A“ repräsentierte Material der Deponieklasse DK II zuzuordnen.

Die erhöhten TOC-Gehalte im Oberboden sind auf die natürlich enthaltene organische

Substanz zurückzuführen. Diese stellen keine Beeinträchtigung für die Verwertung dar. Daraus resultiert aus Sicht der Ahlenberg Ingenieure GmbH bezüglich der relevanten Wirkungspfade keine Gefährdung. Daher werden die Überschreitungen der Zuordnungswerte beim Parameter TOC im Oberboden vernachlässigt und die Einstufungen in die Verwertungsklassen angepasst (siehe Tabelle 3).

9.2 Gefährdungsabschätzung gemäß BBodSchV

Insgesamt wurden wie im Abschnitt 9.1 beschrieben insgesamt 43 Mischproben aus den bei den Rammkernbohrungen gewonnenen Bodenproben zusammengestellt und analysiert. Die Mischproben wurden gemäß dem Parameterumfang der LAGA Mitteilung Nr. 20 Tabellen II.1.2-2 und II.1.2-3 im Feststoff und Eluat analysiert.

Für die Auswertung gemäß Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) Wirkungspfad Boden - Mensch können die im Feststoff bestimmten Parameter Cyanide ges., Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Nickel, Quecksilber, Benzo(a)pyren und PCB (Summe 6) herangezogen werden.

Bei freier Zugänglichkeit der Gewässerparzelle durch die Öffentlichkeit wäre unseres Erachtens eine Einstufung der Parzellen der Horne als Park- und Freizeitanlage gerechtfertigt. Die Prüfwerte für Park- und Freizeitanlagen werden von allen untersuchten Mischproben eingehalten.

Der Wirkungspfad Boden - Nutzpflanze ist für die ökologische Verbesserung Horne nicht relevant und wird daher nicht weiter betrachtet.

Für den Wirkungspfad Boden - Grundwasser wurden keine separaten Untersuchungen durchgeführt.

Im Hinblick auf die Vorsorgewerte der BBodSchV ergeben sich bei 19 Mischproben Überschreitungen. Dies gilt vor allem für die repräsentativen Mischproben MP_Ho_Hundeplatz-Süd_1_Mu, MP_Ho_Stadtpark_2_Mu und MP_Ho_Stadtpark_4_A. Die übrigen Mischproben weisen größtenteils geringe Überschreitungen der Schwermetallgehalte auf (s. Anlage 3). Da es sich bei den auffälligen

Mischproben um anthropogen veränderte (Stadt-)Böden handelt, die am Herkunftsort wiederverwendet werden sollen, ist aus Sicht der Ahlenberg Ingenieure GmbH auch bei der Umlagerung dieser Böden nicht von der Entstehung einer schädlichen Bodenveränderung auszugehen.

Aus Sicht der Ahlenberg Ingenieure GmbH sind die Voraussetzungen für die Anwendbarkeit der Ausnahmeregelung zur Bodenumlagerung nach § 12 Abs. 10 BBodSchV aufgrund der vorgesehenen Umlagerung innerhalb einer Baumaßnahme gegeben.

10. Standsicherheitsberechnungen

Seitens der Ingenieurbüro Fischer GmbH, Düsseldorf, wurden 5 Querprofile von verschiedenen Gewässerböschungen zur Verfügung gestellt. Die in der Anlage 5 aufgeführten Querprofile wurden als ungünstig betrachtet, weshalb Standsicherheitsuntersuchungen gem. DIN 19712 durchgeführt wurden.

Auf der Gewässerböschung und auf der Deichkrone sind Fuß- und Radwege geplant. Gem. Merkblatt DWA-M 507-1 wird auf den Fuß- und Radwegen eine Verkehrslast von $p = 16,60 \text{ kN/m}^2$ (SLW 30) berücksichtigt. Die Wege weisen eine Breite von ca. 3,0 m auf.

Die statischen Berechnungen für die Gewässerböschungen wurden mit Hilfe des Programmsystems GGU-STABILITY, Version 12.16 vom 27.10.2018 (Programm zur Berechnung von Kreisgleitflächen und polygonalen Gleitflächen nach DIN 4084 (alt), DIN 4084 (neu) und nach EC 7) der GGU-GmbH, Braunschweig, durchgeführt.

10.1 Bodenmechanische Kennwerte für die Standsicherheitsberechnungen

Bei den Berechnungen wurden für die Auftragsböden und die anstehenden Böden die in der nachfolgenden Tabelle 11 aufgeführten charakteristischen Bodenkennwerte berücksichtigt.

Tabelle 11: Charakteristische Bodenkennwerte für die Standsicherheitsberechnungen

Bodenart	Bodenkennwerte			
	$\gamma / \gamma' [\text{kN/m}^3]$	φ°	$c' [\text{kN/m}^2]$	$E_s [\text{kN/m}^2]$
Auftragsboden	21/10	27,50	5	-
Auffüllung schluffig	21/10	25 - 27,5	10 - 5	1 - 10
Auffüllung sandig	20/10	30	0 - 2	50 - 80
Schluff (U, fs, t)	20/11	27,5	10	5 - 10
Fein- bis Mittelsand (fS-mS, u')	20/10	32,5	0 - 2	30 - 80

10.2 Ergebnisse der Standsicherheitsuntersuchungen

Die Standsicherheitsuntersuchungen der geplanten Gewässerböschungen sowie der Deichabschnitte werden gem. DIN 19712:2013, Abschnitt 11, (Hochwasserschutzanlagen an Fließgewässern) durchgeführt.

Beim Teilsicherheitskonzept werden Grenzzustände betrachtet, bei deren Überschreitung Teile des Bauwerks oder das Bauwerk als Ganzes die gestellten Anforderungen nicht mehr erfüllen. Die Sicherheit gilt als rechnerisch nachgewiesen, wenn die Grenzzustandsbedingungen nicht verletzt werden, d. h. wenn die einwirkenden Bemessungswerte kleiner als die Bemessungswiderstände ($E_d \leq R_d$) sind. Dies wird als Ausnutzungsgrad μ ($\mu = E_d/R_d \leq 1$) bezeichnet. Um die Bemessungswerte der Einwirkungen und Widerstände zu erhalten, werden die charakteristischen Einwirkungen mit den entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerten multipliziert ($E_d = E_k \times \gamma_E$) und die charakteristischen Widerstände durch die entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerte dividiert (z. B. $\tan \varphi'_d = \tan \varphi'_k / \gamma$).

In der nachfolgenden Tabelle 12 sind die gem. DIN 19712-2013 möglichen Einwirkungen sowie die der jeweiligen Bemessungssituationen zusammengestellt.

Tabelle 12: Einwirkungen und Bemessungssituationen gem. DIN 19 712

Einwirkungen		Bemessungssituation					
		BS-P ständig		BS-T vorüber- gehend	BS-A außergewöhnlich		
		(Hochwasser- zustand)		(Bau- und Revisions- zustand)	(Besondere Belastun- gen und Situationen)		
		P.1	P.2 ^a	T.1	A.1	A.2	A.3
Ständige	Eigenlast und Auflasten	X	X	X	X	X	X
Veränder- liche	Verkehrslasten	X	X	X	X	X	X
	Beanspruchung durch BHW	X				X	
	Beanspruchung durch aus BHW fallenden Wasserspiegel		X				
	Beanspruchung durch BauHW			X			X
Außerge- wöhnliche	Beanspruchung durch Wasser- stand „bordvoll“ ^a				X		
	Beanspruchung infolge Versa- gen von Dichtungen bzw. Dräns ^b					X	X

- a Diese entspricht bei Deichen einem wasserseitigen Einstau bis zur wasserseitigen Böschungsschulter ohne Berücksichtigung von lokalen Über- oder Unterhöhen (z. B. aus Überfahrten oder Überlaufstrecken) und konstruktiv erforderlichen Überhöhungen.
- b Systemsicherheit von Dichtungs- und Dränelemente ist zu berücksichtigen. Bei nachweislich erosionsstabilen Systemen darf gegebenenfalls ein Teilversagen angesetzt werden. Das Maß des Versagens ist jeweils systemabhängig festzulegen.

Die folgenden Bemessungssituationen wurden für die geplanten Gewässerböschungen und Deichquerschnitte als nicht maßgebend betrachtet:

- Bemessungssituation BS-T: die Berechnungen erfolgen nur für den Endzustand. Bauzustände sind im vorliegenden Fall nicht maßgebend.
- Bemessungssituation BS-A.1 und BS-A.2: Gemäß Vorgabe der Fischer Ingenieurbüro GmbH, Düsseldorf wird ein HQ100 als höchster Bemessungswasserstand angesetzt. Der Lastfall „bordvoll“ kommt nicht zum Tragen. Dichtungen bzw. Dräns sind im Untersuchungsgebiet nicht vorhanden.
- Bemessungssituation BS-A.3: Bauzustände werden nicht untersucht.

Die Ergebnisse der durchgeführten Berechnungen sind der Tabelle 13 zu entnehmen.

Tabelle 13: Nachweis der Gesamtstandsicherheiten

Sicherheit gegen Böschungsbruch				
Bemessungssituation		Böschungsneigung	Ausnutzungsgrad μ	
			P.1	P.2
Profil 2 km 1+040 (neu)	linke Seite	$n = \sim 1: 2$	0,50	0,89
	mittlerer Deich (rechte Seite)	$n = \sim 1: 2$	0,73	1,00
	rechte Seite	$n = \sim 1: 2$	0,64	0,90
Profil 4 km 1+329 (neu)	linke Seite	$n = 1: 2$	0,32	0,51
	rechte Deich (Was- serseite)	$n = 1: 2$	0,68	0,94
	rechte Deich (Landseite)	$n = 1: 2$	0,80	-
Profil 7 km 1+995 (neu)	linke Seite	$n = \sim 1: 2$	0,62	0,97
	rechte Seite	$n = \sim 1: 1,5$	0,56	0,82
Profil 8 km 2+060 (neu)	linke Seite	$n = 1: 2$	0,69	0,97
	rechte Seite	$n = 1: 1,8$	0,66	0,91
Profil 9 km 2+235 (neu)	linke Seite	$n = 1: 1,5$	0,77	0,99

*Ausnutzungsgrad $\mu \leq 1,0$ überschritten

Die Ergebnisse der Standsicherheitsberechnungen gem. DIN 19 712 haben gezeigt, dass die geplanten Gewässerböschungen sowie die Deichquerschnitte in der Bemessungssituation BS-P (P1) und BS-P (P2) ausreichend standsicher sind.

Ein separater Nachweis der lokalen Standsicherheit wurde nicht durchgeführt, da alle hierfür relevanten Gleitkreise bereits im Rahmen der Standsicherheitsuntersuchungen für die allgemeine Standsicherheit durch EDV-gestützte Berechnung erfasst wurden. Die örtliche Standsicherheit ist unter den hier angesetzten Randbedingungen gegeben.

Die örtlich anstehenden quartären Sande sind unter Wassereinwirkung stark fließgefährdet. Aufgrund des tiefen Gewässereinschnitts bis in das Niveau der quartären Sande ist die Standsicherheit gefährdet. Es ist nicht auszuschließen, dass sich bei den geplanten Böschungsneigungen lokale Rutschungen ergeben, die Auswirkungen auf die Gesamtstandsicherheiten haben können. Daher sind die Böschungsflächen unmittelbar nach Bodenabtrag zu sichern (z. B. Nassansaat/Anspritzbegrünung, Rasensaat, Wurzelmatte, Oberbodenauftrag).

11. Bodenschutzkonzept

11.1 Baustraßen

Der Verlauf der notwendigen Baustraßen wurde planerisch bereits so optimiert, dass Baustraßen möglichst im Bereich der vorhandenen befestigten Wege bzw. der späteren Betriebswege liegen, nach rückschreitendem Rückbau zur Flutrinne eingetieft werden bzw. in den zukünftigen Gewässerrandstreifen liegen. Die Ausbildung der temporären Baustraßen außerhalb der Aushubbereiche sollte sich an der vorgesehenen Frequenz des Baustellenverkehrs orientieren. Für die meisten Baustraßen ist die Verwendung eines Baustraßensystems aus Stahlplatten oder vergleichbaren Baustraßensystemlösungen vorzusehen. Insbesondere bei einer geringeren Nutzungsfrequenz bzw. einer kürzeren Nutzungsdauer bieten sich diese Lösungen an. Diese Baustraßensysteme können direkt auf den begrünten Oberboden aufgelegt werden. Bei der Auswahl des Baustraßensystems ist zu beachten, dass eine breitflächige Lastverteilung gewährleistet ist. Längs ausgelegte Baggermatratzen oder schmale Stahlplatten, die nur unwesentlich breiter sind als die Reifen bzw. Fahrwerke der Baufahrzeuge, sind nicht geeignet.

Der Eingriff in das Schutzgut Boden wird durch die beschriebene Gestaltung der Baustraßen soweit wie möglich minimiert. Insbesondere die Nutzung der natürlichen Tragfähigkeit des Oberbodens durch die vorherige Ansaat des Oberbodens bzw. Belastung der vorhandenen Grasnarbe ist ein wesentlicher Bestandteil der Minimierungsmaßnahmen. Des Weiteren werden die Baustelleneinrichtungsflächen nur so lange betrieben, wie es unbedingt erforderlich ist. Insbesondere für die Bodenlagerung gilt, dass die Böden, die für eine externe Entsorgung vorgesehen sind, nur so lange gelagert werden, wie es für die Disposition erforderlich ist bzw. bis die endgültige

Deklaration vorliegt und die Abfuhr erfolgen kann. Für die Materialien, die innerhalb der Maßnahme in den unterschiedlichen Teilabschnitten wieder eingebaut werden sollen, werden sich ggf. längere Lagerungszeiten ergeben. Auch diese sollen auf ein Minimum beschränkt werden.

11.2 Bodenmanagement und Bodenlagerung

Es ist geplant, die Horne ökologisch zu verbessern, in dem die neue Gewässerachse wenige Meter neben der derzeitigen Bachachse hergestellt bzw. das derzeitige Gewässerbett neu profiliert wird. Dazu wird umfangreicher Bodenabtrag erforderlich. Mit dem gewonnenen Abtragsmaterial werden - soweit möglich - der alte Einschnitt (ggf. nach dem Rückbau der Sohlbefestigung) lagenweise verfüllt und die neuen Gewässerböschungen sukzessive profiliert. Grundsätzlich sind sowohl die anstehenden Auffüllungen als auch die gewachsenen Sande/Schluffe aus bodenmechanischer Sicht für die Umlagerung und den Wiedereinbau geeignet. Stark organische Partien sind für den Wiedereinbau ungeeignet und entsprechend zu separieren.

Einschränkungen für den Wiedereinbau von Aushubmassen können sich aus den Ergebnissen der chemischen Untersuchungen für die einzelnen Bodenchargen ergeben.

Böden, die gemäß LAGA Mitteilung Nr. 20 die Zuordnungswerte für die Verwertungsklasse Z 2 überschreiten, sind generell nicht für einen Wiedereinbau geeignet. Diese Partien müssen extern beseitigt werden. Die Böden, die gemäß LAGA der Verwertungsklasse Z 2 zuzuordnen sind, können unter Beachtung der in der LAGA Mitteilung Nr. 20 formulierten Einschränkungen wieder eingebaut werden. Im Zuge der ökologischen Verbesserung Horne ergeben sich unseres Erachtens keine Verwertungsmöglichkeiten für diese Partien, da Bodenbedarf hauptsächlich im Bereich der Gewässersohle besteht und aufgrund des Gewässerkontaktes nur geringer belastete Böden in Frage kommen. Die Aushubböden, der Verwertungsklassen Z 1.1 und Z 1.2 zuzuordnenden Böden sind u. E. aus chemischer Sicht grundsätzlich für eine Wiederverwertung geeignet. Für die unbelasteten Böden (Z 0) ergeben sich aus chemischer Sicht keine Einschränkungen.

In der folgenden Tabelle 14 sind die Aushubmassen in m³, bezogen auf die Kilometrierung und LAGA-Einstufung, dargestellt. Dabei sind die sandigen Aushubmassen in gelb, die schluffigen in grün, Mischböden blau und der aufgrund der Schadstoffbelastung (> Z 1.2) zu entsorgenden Boden als rot markiert.

Tabelle 14: Aushubmassen nach Gewässerabschnitt

Abschnitt	Kilometer von	Kilometer bis	Aushub Z0 [m ³]	Aushub Z1.2 [m ³]	Aushub Z2 [m ³]	Aushub > Z2 [m ³]
1	0+850	1+075	609	116	0	0
2	1+075	1+200	1.892	430	258	0
3	1+200	1+400	0	389	0	777
4	1+400	1+650	0	0	0	0
5	1+750	1+850	0	11.456	0	0
6	1+850	2+080	1.952	2.928	0	0
7	2+080	2+290	0	643	840	0
8	2+290	2+470	1.284	198	0	0
9	2+470	2+690	3.070	2.412	0	0
10	2+690	2+800	1.178	0	0	0
11	2+800	2+950	873	276	0	0
12	2+950	3+130	1.242	0	452	0
13	3+130	3+474	1.974	0	2.961	0
14	Offenlegung Einleitung 3+474	Offenlegung Einleitung 3+474	2.993	4.190	0	0
Wehr Hornemühle	1+650	1+750	0	0	0	0

Aus den Aushubmassen die die Verwertungsklassen LAGA M20 bis einschließlich Z 1.2 einhalten, kann der Bodenbedarf für den Wiedereinbau von 4.300 m³ (sandiges) Sohlsubstrat, 22.700 m³ (bindiges) Dammbaumaterial und weiteren 1350 m³ für diverse Erdbaumaßnahmen gedeckt werden.

Möglichkeiten zur Abtrocknung oder Konditionierung (z. B. Kalkzugabe) sind einzuplanen. Hierbei muss davon ausgegangen werden, dass die beim Abtrag gewonnenen Schluffe vor dem Wiedereinbau mit Brandtkalk versehen werden müssen, um eine Wiederverwertung innerhalb der Baumaßnahme zu ermöglichen. Eine Kalkzugabe von ca. 3 – 5 % stellt in der Regel die obere Grenze der Wirtschaftlichkeit einer Bodenverwertung innerhalb der Baumaßnahme dar. Die Schluffe stellen einen Anteil von ca. 90 % am Gesamtvolumen des Bodenaushubs (einschließlich der feinkörnigen Auffüllungen) dar. Der tatsächlich erforderliche Umfang und Erfolg der Kalkungsmaßnahmen hängt maßgeblich von den zum Zeitpunkt des Bodenabtrags und des Bodeneinbaus herrschenden Witterungsbedingungen und den dann aktuellen Grundwasserständen ab. Für alle hydraulischen Bindemittel (wie z. B. Brandtkalk) gilt, dass sie nicht direkt in das Gewässer gelangen dürfen, da sie im nicht abgebundenen Zustand den pH-Wert des Wassers erhöhen können.

Für die Disposition von Bodenmaterialien, die für einen Wiedereinbau oder eine externe Verwertung vorgesehen sind, ist es notwendig, die Bodenhorizonte (Oberboden und Unterboden) getrennt voneinander auszuheben und zu lagern (DIN 18915). Hierzu sind auf den BE-Flächen entsprechende Mieten anzulegen. Außerdem ist darauf zu achten, dass die Mieten den zugehörigen Mischprobenbereichen zugeordnet werden können, damit eine Vermischung von chemisch unterschiedlich klassifizierten Materialien vermieden wird.

Für die gelagerten Böden sind maximale Schütthöhen einzuhalten. Für die Oberbodenmieten beträgt die zugelassene Schutthöhe laut DIN 19639 zwei Meter. Beim Unterboden sollte die Mietenhöhe drei Meter nicht überschreiten. Der Lagerungsort muss wasserdurchlässig sein und sollte sich nicht in einer abflusslosen Mulde befinden. Werden die Mieten auf wasserundurchlässigen Böden oder zur Staunässebildung neigenden Böden errichtet, sind entsprechende drainierende Maßnahmen zur Ableitung von Niederschlagswasser einzurichten, um eine Vernässung und somit anaerobe Verhältnisse im Bereich des Mietenfußes zu vermeiden (DIN 19639). Die Bodenmieten sollten idealerweise eine Aggregatstruktur erhaltende Trapezform, mit einer Oberflächenneigung von mindestens 4 % haben, damit Niederschlagswasser abfließen kann. Um die Mieten zusätzlich vor Erosion oder Verschlammung zu schützen, müssen die Mieten geglättet angelegt werden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass der Verdichtungsdruck bei den Lüttungsmaßnahmen/Profilierungs-

maßnahmen nicht zu hoch ist. Die Lagerflächen sind einzuzäunen und so gegen das Ablagern von fremden Materialien zu sichern. Es dürfen keine wassergesättigten Böden in Mieten gelagert werden und das Befahren von Oberbodenmieten ist vor dem Hintergrund einer unzulässigen Verdichtung nicht zulässig.

Beim Aushub ist darauf zu achten, dass die für den Wiedereinbau geeigneten Aushubböden separiert und fachgerecht gelagert werden. Sollten beim Aushub organoleptisch auffällige Böden angetroffen werden, sind diese zunächst zu separieren und die Bauüberwachung ist zu informieren. Nach der Beprobung durch den Bodengutachter und der chemischen Analyse ist unter Berücksichtigung der jeweiligen Deklaration ggf. ein gesonderter Entsorgungsweg zu organisieren.

Sollten im Bereich der Aushubsohle offensichtlich schlecht tragfähige Böden anstehen, ist die Bauüberwachung zu informieren und zusammen mit dem Bodengutachter über Verbesserungsmaßnahmen zu entscheiden.

Das Bodenmaterial, welches innerhalb der Baumaßnahme wiederverwendet werden soll, ist vorzugsweise direkt zu verwenden. Soweit eine Disposition vorgesehen ist, sollte der Sand oder Schluff zur nächstmöglichen BE-Fläche gebracht werden. Ein einmaliger und kurzer Transportweg ist anzustreben. Im Zuge der weiteren Ausführungsplanung ist für die zeitliche Abfolge der Arbeiten (Bauablauf) ein Verkehrsleitsystem auf den Baustraßen mit einer eindeutigen Kennzeichnung der Fahrwege und der Bodenmieten auf den Baustelleneinrichtungsflächen zu planen, damit die Bodentransporte innerhalb der Baustelle und die Transporte zur externen Verwertung von Böden optimal gesteuert werden können. Eine Befahrung von Flächen außerhalb der Baustelle wird somit ebenfalls unterbunden.

11.3 Umgang mit dem Oberboden

In den Umgestaltungsbereichen des Gewässers wird vor dem eigentlichen Aushub der Oberboden erst kurz vor den tatsächlichen Erdbautätigkeiten rückschreitend abgetragen. Hierdurch wird gewährleistet, dass die Böden, in denen erst später mit den Bautätigkeiten begonnen wird, möglichst lange ihre derzeitigen Bodenfunktionen aufrechterhalten können. Die maximal 2 m hohen Oberbodenmieten sind bei längerer Lager-

ung (> 2 Monate nach DIN 18915) mit wasserzehrenden Tiefwurzeln wie z. B. Luzerne, Waldstauden-Roggen, Ölrettich oder Lupine (nach DIN 19731) anzusäen. Die o. g. Baustelleneinrichtungsflächen sind planerisch für die vorgegebene Mieten-geometrie bemessen. Bei der Wiederandeckung des Oberbodens ist darauf zu achten, dass der Boden gegenüber dem ursprünglichen Zustand keine zusätzliche Verdichtung erfährt. Der Einbau sollte mit einer geringfügigen Überhöhung erfolgen, so dass sich nach einer natürlichen Sackung eine Oberbodendicke ergibt, die den umliegenden ungestörten Bereichen entspricht. Beim Auftragen des Oberbodens vor Kopf ist grundsätzlich so vorzugehen, dass auch der Unterboden keine zusätzliche Verdichtung erfährt. Hierzu ist in den Böschungsbereichen möglichst ein Langarm-bagger zu verwenden, um eine Befahrung dieser Bereiche zu minimieren. Alternativ kann dies durch möglichst breite Fahrwerke bei Kettenfahrzeugen bzw. Radfahr-zeugen mit Niederdruckreifen gewährleistet werden.

Durch den hier beschriebenen Umgang mit dem Oberboden, der bedingt durch die Gewässerbaumaßnahmen abgetragen werden muss, ist gewährleistet, dass physikali-sche Schädigungen des Oberbodenmaterials auf ein Mindestmaß begrenzt werden und die Bodenfunktionen nach dem Gewässerumbau sichergestellt sind.

Die Durchführung der Arbeiten ist soweit wie möglich auf Zeiten mit geringer Boden-feuchte zu beschränken. Die Bodenfeuchte wird durch die bodenkundliche Baube-gleitung in Anlehnung an die Verfahren aus dem BVB Merkblatt 2 „Bodenkundliche Baubegleitung BBB“ bestimmt. Je kleiner die Bodenfeuchte, desto größer darf die Flächenpressung der eingesetzten Baumaschinen sein (s. auch Abschnitt 10.5)

Bei der Profilierung der Flächen ist so vorzugehen, dass abflusslose Senken oder andere Staunässebildungen verhindert werden und das Oberflächenwasser grund-sätzlich frei dem Gewässer zulaufen kann.

11.4 Herstellung der Gewässeraue

Bei Aushubmaßnahmen in der Gewässeraue ist zunächst der Oberboden separat zu lösen und zu lagern sowie zu einem späteren Zeitpunkt ordnungsgemäß wieder an-zudecken. Danach ist der Unterboden bis etwa 0,7 m oberhalb der geplanten Aushub-

sohle des späteren Endniveaus auszuheben. Der Aushub der untersten Lage des Aushubs erfolgt dann rückschreitend.

Mit den gestaffelten Aushubmaßnahmen wird gewährleistet, dass die beim Bodenaushub u. a. aus der Flächenpressung des Lösegerätes resultierenden Verdichtungs-wirkungen auf den nach dem 2. Aushubschritt verbleibenden Auenboden minimiert werden. In Bereichen, in denen von vornherein nur ein geringfügiger Abtrag vorgesehen ist, muss direkt rückschreitend gearbeitet werden. Der fertige Abtragshorizont darf nicht mehr befahren werden. Um eine unkontrollierte Ausdehnung der Baustelle in nicht überplante Bereiche zu verhindern, ist der aktive Baubereich mit Bauzäunen zu sichern. Eine Befahrung der Böden oder eine Materiallagerung außerhalb der Baustellenfläche ist nicht zulässig.

Die durch die Herstellung der Gewässeraue notwendigen Eingriffe in das Schutzgut Boden können aufgrund des damit einhergehenden Aushubs nicht grundsätzlich vermieden werden. Mit den hier beschriebenen Vorgehensweisen wird jedoch sichergestellt, dass die nach der Herstellung der Gewässeraue vorhandenen Böden ihre (z. T. neuen) Bodenfunktionen erfüllen können.

11.5 Hinweise für die Durchführung der Erdarbeiten

Durch Baumaßnahmen besteht grundsätzlich eine Verdichtungsgefährdung für Böden. Die Verdichtungswahrscheinlichkeit ist besonders von der Bodenart und den gegebenen Wasserverhältnissen abhängig. Generell steigt Verdichtungsgefährdung mit zunehmendem Ton-, Schluff- und Humusgehalt.

Zusätzlich besteht eine erhöhte Gefahr für Schadverdichtungen bei grundwasserbeeinflussten Böden oder Böden mit einem Stauwassereinfluss. Um die Gefahr von ungewollten Verdichtungen zu reduzieren sind daher Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen zu treffen.

Vor der Befahrung oder Bearbeitung ist der Wassergehalt des Bodens (Niederschläge/Grundwasser) zu bestimmen. Weiterhin ist die aktuelle Konsistenz oder die Wasserspannung zu ermitteln. Je höher der Wassergehalt des Bodens, desto höher ist die Verdichtungsgefahr und somit auch die Gefahr von Staunässe. Bei längeren Niederschlagsperioden sind die Erdarbeiten einzustellen. Ob der Bodenwassergehalt für die Bearbeitung des jeweiligen Bodens geeignet ist, wird durch die örtliche bodenkundliche Baubegleitung in Anlehnung an die Vorgaben der DIN 19639 bzw. DIN 18915 festgelegt.

Damit die geplanten Maßnahmen in möglichst trockenem Zustand umgesetzt werden können, sind im Bauablaufplan Pufferzeiten einzuplanen.

Abgesehen von den Standortbedingungen sind große, punktuelle Belastungen oder häufige Überfahrten in jedem Fall eine Ursache für Bodenschadverdichtungen. Ein mehrmaliges Befahren derselben Stellen ist zu vermeiden (Fahrspuren).

Um eine zügige Abwicklung der Baustelle zu ermöglichen, sollten die Arbeiten mit Erdbaugeräten durchgeführt werden, die eine geringe Flächenpressung und dementsprechend ein breites Einsatzspektrum vor dem Hintergrund der Bodenfeuchte haben. Zu diesen Baumaschinen gehören z. B. Kettenfahrzeuge mit möglichst breiten Kettenfahrwerken und Radfahrzeuge aus der Landwirtschaft mit regelbarem Reifendruck (Niederdruckreifen). Eine weitere Einschränkung der Bautätigkeit auf Grund der Bodenfeuchte erfolgt nur, wenn dies z. B. bei starken Niederschlägen bzw.

Hochwasserereignissen bautechnisch erforderlich ist. Nach derartigen Ereignissen ist eine ausreichende Zeit zur Abtrocknung der Böden einzuplanen. Eine Verdichtung des verbleibenden Auenbodens wird weiterhin durch organisatorische Maßnahmen beim Abtrag verhindert.

11.6 Hinweise zum Bau des Trenndamms am Stadtsee

Im Bereich des Stadtsees ist die Umgestaltung des Trenndammes zwischen der Horne und dem Stadtsee geplant. Der vorhandene Trenndamm soll erhöht und der auf der Dammkrone verlaufende Weg verbreitert werden. Für den Aufbau des Dammes ist das bindige Aushubmaterial aus dem Bereich der quartären Böden aus der Gewässerumgestaltung vorgesehen.

Aufgrund der erhöhten geotechnischen Anforderungen für den Dammbau müssen folgende Randbedingungen eingehalten werden:

- Lagenweiser Einbau in einer Dicke von 20 cm bis 30 cm (maximale Schütthöhe 35 cm)
- Verdichtung der Einzellagen auf mindestens 98 % der einfachen Proctordichte
- Verzahnung mit dem Altdamm, über treppenförmigen Anschnitt des Altdammes im Übergangsbereich zu dem neuen Damm. Zwischen dem Altdamm und der neuen Vorschüttung darf kein Oberboden verbleiben.
- Je nach Wassergehalt des Materials zum Zeitpunkt des Einbaus (auch Witterungsabhängig) Einarbeitung von 5 % bis 10 % Kalk. Die Einarbeitung des Kalks sollte außerhalb des Einbaubereiches erfolgen, da sonst eine Gefährdung der Gewässer (Horne, Stadtsee) nicht ausgeschlossen werden kann
- Überprofilierung mit nachträglicher, endgültiger Böschungsprofilierung

11.7 Hinweise zum Bau des Podestes im Bereich der Brücke Burgstraße

Um den Gewässerquerschnitt nicht unnötig zu beeinflussen, wird im Bereich der Brücke Burgstraße der dort geplante Gehweg entlang der Horne auf einer Länge von ca. 20 m auf einer Stahlkonstruktion als Podest geführt.

Das Podest wird auf senkrechten Hauptträgern errichtet. Diese Hauptträger müssen aufgrund der mindestens bis in 3 m unter GOK anstehenden schlecht tragfähigen Auffüllungen und Schluffe tief gegründet werden.

Aufgrund der stark beengten örtlichen Gegebenheiten aus direkt angrenzender Bebauung und Gewässereinschnitt soll die Tiefgründung als Brunnengründung ausgeführt werden. Hierzu werden Schachtringe (DN 1.000) mittels eines Greifers, der den Boden innerhalb der Schachtringe aushebt in den Baugrund eingebracht. Es ist besonders zu beachten, dass das Einbringen der Schachtringe im Bereich des Grundwassers erfolgt. Um die erforderliche Tragfähigkeit der Gründungsebene zu erhalten darf keine Auflockerung in der Aufstandsebene entstehen. Dies ist bei der Wahl des Aushubwerkzeuges zu berücksichtigen. In jedem Fall muss ein hydraulischer Grundbruch bzw. ein Aufbrechen der Aushubsohle innerhalb der Schachtringe vermieden werden. Aus diesem Grund muss gewährleistet sein, dass der Aushub mit Wasserüberdruck innerhalb der Schachtringe erfolgt.

Die vorgesehenen Schachtringe haben eine Wandstärke von 120 mm und dienen als verlorene Schalung und Stützung des Bohrloches. Der entstandene Hohlraum wird ausbetoniert. Das Betonieren sollte aufgrund der Wasserfüllung innerhalb der Schachtringe von unten nach oben erfolgen.

11.8 Hinweise im Neubau der Gewässersohle unterhalb der Brücke der Kurt Schumacher Straße

Die Brücke der Kurt Schumacher Straße weist im Bereich der Gewässersohle eine durchgängige Stahlbetonsohle auf. Derzeit kann nach Angabe vom Ingenieurbüro Fischer nicht abgeschätzt werden, ob die vorhandene Stahlbetonsohle für das Brückenbauwerk eine statische Funktion hat. Daher wird die vorhandene Stahlbetonsohle durch eine neue, dem geplanten Gewässerquerschnitt der Horne angepassten Stahlbetonsohle ersetzt.

Anhand der vorliegenden Baugrundaufschlüsse im Bereich der Brücke kann davon ausgegangen werden, dass die Gründung der neuen Stahlbetonsohle in Höhe der ausreichend tragfähigen gewachsenen Böden erfolgt.

Während der Bauausführung ist jederzeit zu gewährleisten, dass die möglicherweise vorhandene aussteifende Wirkung der derzeitigen Betonsohle aufrechterhalten bleibt. Alternativ kann die aussteifende Wirkung der derzeitigen Gewässersohle auch durch den Einbau geeigneter Ersatzmaßnahmen (Aussteifungen aus Stahlträgern o. ä.) übernommen werden.

Für den Neubau der Stahlbetonsohle ist der Bachabschnitt im Bereich der Brücke „trocken“ zu legen und von Bachwasser freizuhalten. Hierzu ist oberhalb der Brücke das Bachwasser zurückzuhalten und überzupumpen. Dies kann durch quer zur Bachachse verlaufende temporäre Sperrdämme erfolgen. Oberhalb der Dämme sind dann Pumpensümpfe mit leistungsfähigen Tauchpumpen anzulegen. Für welches Hochwasser die Pumpen auszulegen sind, muss im Vorfeld der Baumaßnahme entschieden werden.

Außerdem ist zu beachten, dass die Horne in weiten Teilen Vorfluter für das Grundwasser ist, weil die derzeitige Bachsohle zumindest in weiten Bereichen tiefer liegt als der Grundwasserspiegel, d. h. die Bauarbeiten erfolgen im Einwirkungsbereich des Grundwassers. Da die anstehenden sandig - schluffigen Böden im wassergesättigtem Zustand stark fließgefährdet sind, werden baubegleitende Maßnahmen zur Grundwasserabsenkung und Stabilisierung erforderlich.

Für die Grundwasserabsenkung kommen in den hier anstehenden Böden grundsätzlich Vakuumfilterlanzen in Betracht. Es ist von einem Lanzenabstand in einer Größenordnung von 1,5 – 2,0 m auszugehen. Die Lanzen müssen zur Erzielung einer ausreichenden Absenkung mindestens 1 – 2 m unter das geplante Aushubniveau für die neue Stahlbetonsohle reichen.

Denkbar ist auch die regelmäßige Anordnung von einfachen flachen „Brunnen“ z. B. mit Filterrohr DN 300, Filterschüttung und bedarfsgesteuerten Förderpumpen beidseitig des Gewässers. Die Brunnen wirken wie Pumpensümpfe, denen das Wasser aufgrund der Tiefenlage zufließt. Um die Reichweite dieser Absenkungsmaßnahme zu begrenzen, sind Brunnentiefen von maximal 1 – 2 m unter das geplante Aushubniveau zulässig. Die Brunnen lassen sich z. B. mit einer verrohrten Greiferbohrung abteufen, in dessen Schutz das Filterrohr und die Filterschüttung eingebaut werden können und das nach erfolgtem Brunnenausbau gezogen wird.

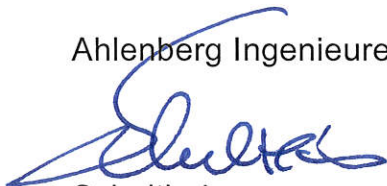
12. Angaben zum Arbeitsschutz

Der nach den geltenden Richtlinien der Tiefbauberufsgenossenschaft erforderliche Mindestarbeitsschutz ist einzuhalten. Die UVV "Bauarbeiten" (BGV C22) sowie die DIN 4124 "Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau" sind zu berücksichtigen.

Für die vorzunehmenden Bodenarbeiten ist aufgrund der Untersuchungsergebnisse kein spezieller Arbeitsschutz notwendig. Generell sollte jedoch darauf geachtet werden, dass bei den anfallenden Arbeiten der direkte Kontakt mit auffälligen Bodenpartien oder eine Staubentwicklung bzw. eine Verschleppung von Boden durch Baufahrzeuge, insbesondere auf öffentlichen Straßen, unterbunden wird (z. B. durch Anfeuchten, Fahrzeugreinigung). Wenn notwendig, sind selbstaufnehmende Kehrmaschinen einzusetzen oder entsprechende Abrollstrecken für Baustellenfahrzeuge vor dem Befahren einer öffentlichen Straße einzurichten.

Bei unerwartet angetroffenen organoleptisch auffälligen Verunreinigungen müssen die Arbeiten sofort eingestellt werden und unter Einschaltung einer sachverständigen Institution (z. B. Ahlenberg Ingenieure GmbH) geeignete Schutzmaßnahmen eingeleitet werden (siehe auch DGUV Regel 101-004, vormals BGR 128).

Ahlenberg Ingenieure GmbH


Schultheis
Schröer
Hansel

Anlagen

siehe Anlagenverzeichnis auf Seite 4

Verteiler

Ingenieurbüro Fischer, Düsseldorf, Herr Brandt, 1fach (vorab digital)