

**ÖKOLOGISCHE VERBESSERUNG DES SAUERKAMPGRABENS
K250001**

Geotechnischer Bericht

Auftraggeber:	Kommunaler Servicebetrieb Datteln – KSD Emscher-Lippe-Str. 12 54711 Datteln
Auftragnehmer:	TABERG Ingenieure GmbH Zum Pier 77 44536 Lünen
Projekt-Nr.	TABERG: 2511-0185
Bearbeitung:	B. Sc. Sebastian Neukirch Dr.-Ing. Stefan Niewert M. Sc. Marie Köstens Dr. rer. nat. Benjamin Schieber
Datum:	05. Mai 2026
Umfang:	Seiten 41, Anlagen 10

INHALTSVERZEICHNIS		Seite
I	Inhaltsverzeichnis	2
II	Tabellenverzeichnis	4
III	Abbildungsverzeichnis	4
IV	Anlagenverzeichnis	4
I	Inhaltsverzeichnis	
1	Veranlassung, Aufgabenstellung	5
2	Unterlagen	6
3	Räumliche Einordnung und Standortbeschreibung	8
3.1	Lage des Bauvorhabens	8
3.2	Beschreibung der Bestandsituation	8
3.3	Beschreibung der Baumaßnahme	9
4	Allgemeine Geologie und Hydrogeologie im Projektgebiet	11
5	Baugrunderkundung	12
5.1	Durchgeführten Erkundungsmaßnahmen	12
5.2	Geotechnische Kategorie	12
5.3	Baugrundbeschreibung	12
5.4	Grundwasserverhältnisse	15
5.6	Homogenbereiche	17
6	Chemische Bodenuntersuchungen	21
6.1	Durchgeführte Untersuchungen	21
6.2	Allgemeine Beschreibungen und orientierende Einstufung nach EBV	21
7	Geotechnische Beratung	24
7.1	Planum unter Durchlass Alte Hagemer Landstraße	24
7.2	Planum unter Durchlass Buschweg	25
7.3	Anforderungen an den Einbau im Bereich der Durchlässe	25
7.4	Baugrube und Böschungssicherung am Durchlass Buschweg	26
7.5	Allgemeine Hinweise zum Erdbau	27
7.6	Erosionsschutz	28

8	Bodenmanagementkonzept	29
8.1	Grundlagen der Bewertung	29
8.2	Wiederverwertung vor Ort und externe Entsorgung	30
8.3	Bodenmassen	31
8.3.1	Allgemeine Hinweise	31
8.3.2	Bodenmassen im Projektgebiet	32
8.4	Abfalltechnische Klassifizierung der Aushubmassen	34
8.4.1	Allgemeiner Hinweis zur Einstufung und Klassifizierung von Böden	36
8.4.2	Klassifizierung nach Ersatzbaustoffverordnung /2.3/	36
8.5	Überwachungskonzept für die Aushubarbeiten	38
8.6	Arbeits- und Immissionsschutz während der Baumaßnahme	39
9	Schlussbemerkung	41

II Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bodenmechanische Charakteristische Kennwerte	16
Tabelle 2: Einstufung der Bodenklassen, Bodengruppen und Homogenbereiche	17
Tabelle 3: Aushubmassen der Aue im Projektgebiet, gerundet (Stand: 05.05.2026)	32
Tabelle 4: Annahme des Bodenaushubs nach Bodenfraktionen	33
Tabelle 5: Aushubmassen des Unterbaus der Sohlshalen, gerundet (03.06.2026)	33
Tabelle 6: Zuordnung der Bodenmassen [m ³] anhand der untersuchten Proben nach den Materialwerten der EBV ohne Berücksichtigung des TOC-Gehaltes	37
Tabelle 7: Zuordnung der Bodenmassen [m ³] anhand der untersuchten Proben nach den Materialwerten der EBV mit Berücksichtigung des TOC-Gehaltes	37

III Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Räumliche Einordnung des Untersuchungsgebietes (Digitale Topographische Karte 1:25.000 von NRW).	8
Abbildung 2: Verbaute Sohlshalen im Projektgebiet Sauerkampgraben /1.1/	9
Abbildung 3: Durchlassbauwerk unter Buschweg /1.2/	10
Abbildung 4: Bohrprofil und Rammsondierung Alte Hagemer Landstraße	24
Abbildung 5: Bohrprofil und Rammsondierung Buschweg	25
Abbildung 6: Durchlass mit Sicherung am Buschweg	27

IV Anlagenverzeichnis

Anlage 1 Übersichtslageplan M 1: 2.500
Anlage 2 Bodenschutzplan M 1:2.500
Anlage 3 Analysenergebnisse, Tabellarische Übersicht mit Auswertung nach EBV
Anlage 4 Geotechnische Längsschnitte mit Baugrundaufschlüssen
Anlage 5 Bohrprofile und Rammdiagramme
Anlage 6 Kennwerte Homogenbereiche
Anlage 7 Mischplan
Anlage 8 Massenklassifikation nach EBV
Anlage 9 Schichtenverzeichnis
Anlage 10: Ergebnisse der Bodenmechanik

1 Veranlassung, Aufgabenstellung

Der Kommunale Servicebetrieb Datteln (KSD) plant im Ortsteil Horneburg eine ökologische Verbesserung des Sauerkampgrabens. Im Zuge der Umgestaltung wird der Gewässerverlauf abschnittsweise neu trassiert, teilweise in einen Waldbereich verlegt und teilweise im bestehenden Profil belassen. Der aktuelle Gewässerverlauf ist derzeit mit Betonsohlschalen befestigt. Diese einschließlich der zugehörigen Bettung werden im Rahmen der Maßnahme auf der gesamten Gewässperlänge ausgebaut und entsorgt. Darüber hinaus ist die Neuherstellung von zwei Straßendurchlässen vorgesehen.

Für die Umsetzung der Maßnahme sind umfangreiche Erdarbeiten erforderlich. Im Hinblick auf die Ausschreibung und Bauphase werden daher detaillierte Angaben zum Baugrundaufbau, zur Bodenbeschaffenheit sowie zur Deponier- und Wiederverwertbarkeit des anfallenden Materials benötigt. Darüber hinaus sind Aussagen zur Vorgehensweise beim Ausbau der Betonsohlschalen im bestehenden Gewässerlauf sowie zur Gründung der neu geplanten Durchlässe erforderlich. Diese Informationen werden im Rahmen einer Baugrund- und Altlastenuntersuchung sowie durch eine begleitende baugrundtechnische Beratung erarbeitet.

Die Maßnahme soll ab der Ausführungsplanung bis zur baulichen Umsetzung bodenkundlich begleitet werden. Die Umsetzung der ökologischen Verbesserung ist für das dritte und vierte Quartal 2026 vorgesehen.

2 Unterlagen

Zur Bearbeitung standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

Planungsunterlagen:

- /1.1/ Detailschnitt: Sohlshalen – Betonfertigung V Form M. 1 : 25 vom 08.12.2025, Hahn Teamplan
- /1.2/ Bauwerkszeichnung Durchlass Bauwerk 2 – Buschweg vom 04.03.2026, Hahn Teamplan
- /1.3/ Ökologische Verbesserung des Sauerkampgrabens – Bodenschutzkonzept (Entwurf) vom 20.02.2026, TABERG Ingenieure GmbH
- /1.4/ Alt-Erkundung, Längsschnitte mit Bohrprofilen und Rammdiagrammen vom 26.05.2020, EGLV
- /1.5/ Bodenmanagement – Mengenermittlung vom 12.01.2026, Hahn Teamplan GmbH
- /1.6/ Massenermittlung Rückbau Bachbefestigung vom 06.03.2026, Hahn Teamplan GmbH

Gesetze/ Vorschriften

- /2.1/ DGUV (2014): DGUV-Regel 101-004, kontaminierte Bereiche, (BGR 128, Februar 2006 und TRGS 524 2011).
- /2.2/ Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) vom 01.03.1999, Stand. 25.02.2021.
- /2.3/ Mantelverordnung (2021): Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung.
- /2.4/ Kreislaufwirtschafts - Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (KrWG), 24.02.2012, Stand. 09.12.2020.
- /2.5/ Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), 20, (2004): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln – Stand: 6.11.2004.
- /2.6/ Verordnung über Deponien und Langzeitlager/Deponieverordnung - DepV vom 27.04.2009, Stand: 30.06.2020.

-
- /2.7/ Verordnung über Verwertungs- und Beseitigungsnachweise (NachwV) vom 20.10.2006, Stand: 23.10.2020.
- /2.8/ Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO, 2023): Vollzugshilfe zu §§ 6 – 8 BBodSchV – Anforderungen an das Auf- und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden. Stand: 10.08.2023.

3 Räumliche Einordnung und Standortbeschreibung

3.1 Lage des Bauvorhabens

Der Sauerkampgraben in Datteln-Horneburg (Kreis Recklinghausen) dient der Stadtentwässerung und führt von einem Waldstück auf Höhe der Kreuzung Horneburgerstr. / Im Weingarten (km 1+075) zum nördlich gelegenen Westerbach (vgl. Abbildung 1).

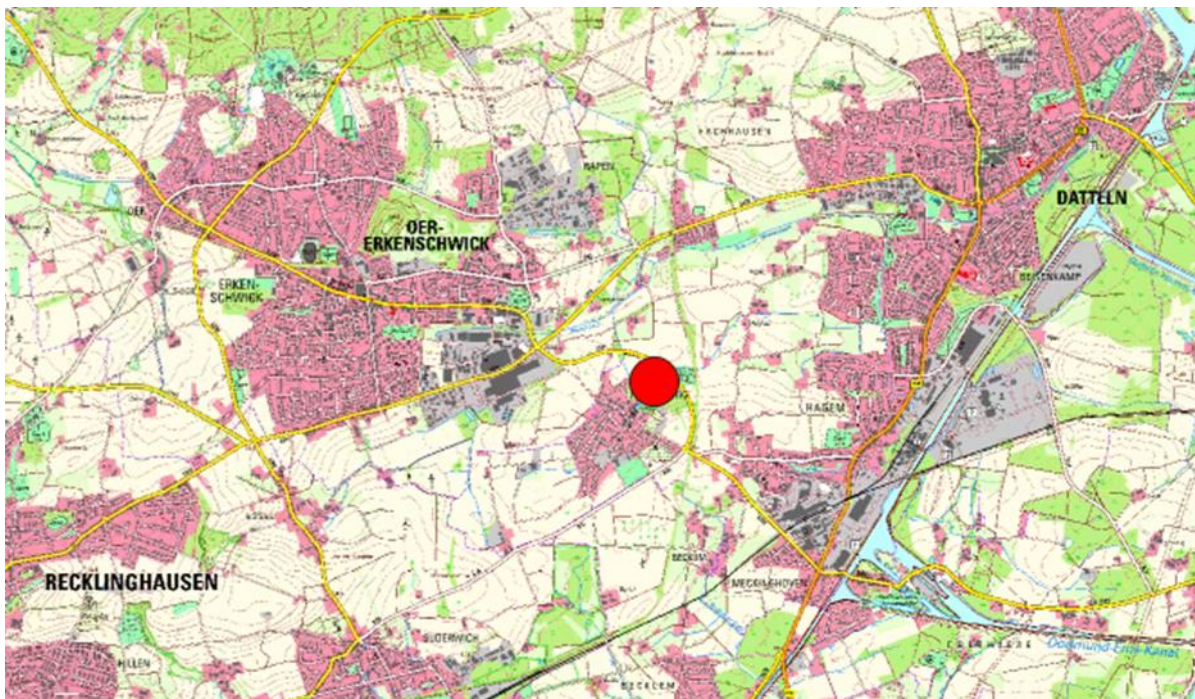


Abbildung 1: Räumliche Einordnung des Untersuchungsgebietes (Digitale Topographische Karte 1:25.000 von NRW).

Im Verlauf werden die Alte Hagemer Landstr. zwischen km 0+116 und km 0+124 sowie der Buschweg zwischen km 0+689 und km 0+700 neu unterquert. Bei einem weiteren Weg zwischen km 0+280 und km 0+290 und am Landwehrring zwischen km 0+387 und km 0+406 werden vorhandene Durchlässe genutzt.

3.2 Beschreibung der Bestandsituation

Derzeit ist der Verlauf des Sauerkampgrabens geradlinig und durch die vorhandenen Sohl-schalen bestimmt. Es handelt sich um Betonfertigteile mit 125-200 cm Breite und einer Tiefe von 65-105 cm. Er verläuft die gesamte Strecke ab dem Buschweg bis hin zum Westerbach innerhalb dieser Sohl-schalen.

Detailschnitt: Sohlschalen

Betonfertigteile V Form M. 1 : 25

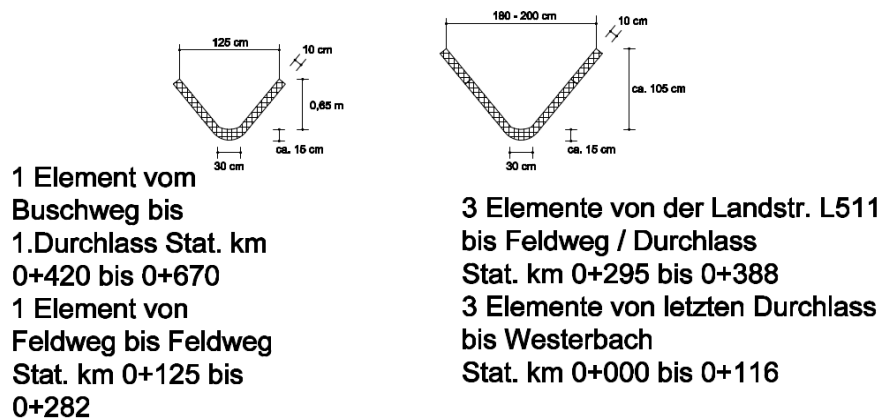


Abbildung 2: Verbaute Sohlschalen im Projektgebiet Sauerkampgraben /1.1/

3.3 Beschreibung der Baumaßnahme

Die übergeordnete ökologische Zielsetzung im Zuge der ökologischen Verbesserung des Sauerkampgrabens umfasst die Entwicklung bzw. auch Erhaltung naturnaher Strukturen und Elemente am Graben und in der Aue sowie die Beseitigung bzw. Minimierung von bestehenden Beeinträchtigungen. Im betrachteten Projektgebiet soll der zukünftige Verlauf des Sauerkampgrabens in einer naturnahen Gewässersohle mäandrieren. Hierbei werden insgesamt vier Wege unterquert, wobei zwei neuen Durchlässe geschaffen werden und zwei vorhandene genutzt werden.

Der neue naturnahe Sauerkampgraben soll in unmittelbarer Nähe zum Bestandsgraben, bestehend aus V-Betonprofilen, durch Erdbaumaßnahmen neu angelegt werden. Die beidseitigen Böschungen sollen eine Neigung von 1:2 aufweisen. Die Sohle wird auf einem Höhenniveau von ungefähr -2,5 m zur bestehenden GOK profiliert. Das Querprofil des neuen Sauerkampgrabens variiert im Streckenverlauf.

Aus geotechnischer Sicht ist ein besonderes Augenmerk auf zwei Durchlassbauwerke zu legen. Unterhalb der Alten Hagemer Landstraße (Stat. 0+116.100 bis 0+124.000) sowie unter dem Buschweg (Stat. 0+689.000 bis 0+701.00) sollen zwei Rechteck-Hohlprofile aus Stahlbetonfertigteilen den Durchfluss des Gewässers gewährleisten, siehe Abbildung 3. Die beiden Bauwerke variieren leicht in Breite und Länge, was geotechnisch jedoch nicht weiter von Relevanz ist.

Die Durchlässe werden jeweils in einer Baugrube errichtet. Dazu werden die Straßen temporär gesperrt und zurückgebaut. Die Baugrube im Bereich der Alten Hagemer Landstraße wird geböscht ausgeführt. Im Bereich des Buschwegs wird einseitig ein Verbau gesetzt, da Leitungen sowie ein zu erhaltender Baum an die Baugrube angrenzen.

Innerhalb der Baugruben werden 40 cm Schottertragschicht und 20 cm Sauberkeitsschicht errichtet. Darauf werden die Betonfertigteile gestellt. An den beiden Stirnseiten wird das Ort-betonbauwerk eingeschalt und ausbetoniert. Zwischen den beiden Stirnwänden wird Bodenmaterial bis -0,55 m zur Ausbauhöhe der späteren Straße verfüllt. Der Straßenoberbau besteht dann wiederum aus einer Schottertragschicht und der Asphaltdecke. Der Aufbau ist auch in Abbildung 3 ersichtlich.

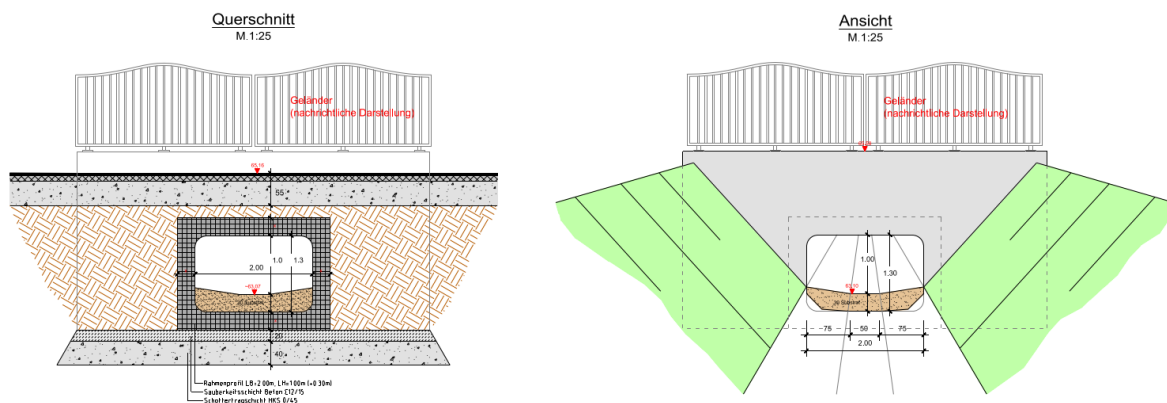


Abbildung 3: Durchlassbauwerk unter Buschweg /1.2/

4 Allgemeine Geologie und Hydrogeologie im Projektgebiet

Im Untersuchungsgebiet stehen laut geologischer Karten oberflächennah quartäre Sedimente der letzten Eiszeit (Weichsel-Kaltzeit) bestehend aus Flugsand sowie Löss und Sandlöss an. Der Flugsand erstreckt sich vom Landwehrring bis weit hinter den Westerbach, während im restlichen Verlauf des Grabens Löss und Sandlöss auftreten.

Im Untergrund lassen sich im Stadtgebiet Datteln zwei geologische Stockwerke unterscheiden, wobei das untere sich aus gefalteten Gesteinen der Oberkarbon-Zeit (Erdaltertum; Karbon: 361 – 299 Mio. J. v. h.) zusammensetzt. Darüber finden sich flach gelagerte Gesteine der Oberkreide-Zeit (Erdmittelalter; Kreide: 145 – 66 Mio. J. v. h.). Das niederrheinisch-westfälische Steinkohlengebirge hinterließ Ablagerungen im unteren Stockwerk, welches vor ca. 320 – 310 Mio. Jahren in einem flachen, ständig absinkenden Küstenbereich entstand. Es bildete sich eine ca. 2.500 m mächtige Gesteinsfolge aus Ton-, Schluff- und Sandsteinen mit eingelagerten Steinkohlenflözen infolge von Schüttungen von Schlamm- und Sandmassen im Wechselspiel mit Verlandung. Diese Ablagerungen falteten sich gegen Ende der Karbonzeit durch gebirgsbildende Vorgänge und wurden danach in Graben- und Horstschollen zerlegt. Die darauf liegenden Kreide-Sedimente im Raum Datteln sind kalkige und mergelige Ablagerungen des Kreidemeeres und besitzen dort eine Mächtigkeit von ca. 600 – 700 m. Über den kreidezeitlichen Festgesteinen sind Lockergesteine des Quartärs (Erdneuzeit; 2,6 Mio. J. v. h. bis heute) großflächig verbreitet. Während sich Sande und Kiese der Niederterrassen vor allem im Bereich der Lippe finden, sind auch schluffige bis feinsandige Windablagerungen (Löss, Sandlöss, Flugsand) der letzten Eiszeit (Weichsel-Kaltzeit) verbreitet. Die jüngsten natürlichen Bildungen sind schluffig-sandige, z. T. tonige Ablagerungen der Gewässer in den Fluss- und Bachtälern. Nebengesteine des Steinkohlebergbaus, alte Deponieflächen und zum Teil verfüllte Abgrabungen sind Beispiele von häufig vorkommenden künstlichen Aufschüttungen.

Die eiszeitlichen Sande im Bereich der Lippe bilden den obersten Grundwasserleiter. Obwohl die Porendurchlässigkeit gegeben ist, sind diese aber wegen der geringen Mächtigkeit nur für die lokale Wasserversorgung relevant. Im Untergrund fungieren die kreidezeitlichen Sedimente als mäßig ergiebiger Kluft- und Porengrundwasserleiter. Dieses Grundwasser ist häufig stärker mineralisiert. In den Gesteinen des Karbons kommt versalzene Tiefenwasser vor. (Geologischer Dienst NRW, 2005).

5 Baugrunderkundung

5.1 Durchgeführten Erkundungsmaßnahmen

Im Rahmen der Ökologischen Verbesserung des Sauerkampgrabens wurden im Zeitraum vom 10.12.2025 bis zum 11.12.2025 insgesamt neun Kleinrammbohrungen (KP 1 bis KP 8 sowie KP W1) bis zu einer Endteufe von 3,0 m durchgeführt. Um die Probenmenge für die Laboruntersuchungen zu erhöhen, wurden einzelne Kleinrammbohrungen doppelt ausgeführt. Die mit dem Kürzel „a“ versehenen Bohrungen wurden jeweils unmittelbar neben der entsprechenden Kleinrammbohrung ohne Zusatz niedergebracht. Beide Bohrungen sind als gleichwertig anzusehen und weisen keine Unterschiede auf. Darüber hinaus erfolgten an sechs Standorten Beprobungen der vorhandenen Betonsohlschalen sowie des Unterbaus (KP S9 bis KP S14) bis in eine Tiefe von 0,5 m unterhalb der Bettungssohle. Ergänzend wurden fünf Pürckhauer Aufschlüsse (KP W2 bis KP W6) bis zu einer Tiefe von 2,0 m im Gebiet des Waldes hergestellt.

5.2 Geotechnische Kategorie

Nach DIN 1054-2010 ist die Baumaßnahme sowie die Einzelbauwerke in eine Geotechnische Kategorie einzuordnen, was den Aufwand für die Erkundung, Planung und Bauüberwachung bestimmt. Jenes Merkmal der Maßnahme, welches die höchste Geotechnische Kategorie bestimmt, ist maßgebend. Der Bereich des Grabens als offenes Fließgewässer ist in die Geotechnische Kategorie 1 einzustufen wohingegen die Durchlässe als Ingenieurbauwerke der Geotechnischen Kategorie 2 zuzuordnen sind.

Diese Einstufung und die daraus resultierenden Anforderungen (geotechnische Kontrolle der Bauausführung) sind im Zuge der Projektbearbeitung und Bauausführung zu überprüfen und die Einordnung gegebenenfalls erneut vorzunehmen.

5.3 Baugrundbeschreibung

Der aufgeschlossene Baugrund zeigt einen geschichteten Bodenaufbau aus natürlichen und anthropogen überprägten Oberböden, zumeist sandig/schluffigen Auffüllungen in unterschiedlicher Mächtigkeit (oftmals umgelagerte natürliche Böden), den darunter liegenden, natürlich anstehenden Quartärböden sowie dem Sandmergelstein.

Die Region zeichnet sich durch Böden des Westmünsterlandes aus (Sand-)Löss über Grundmoräne sowie Meeressand und Mergelstein aus. Im Projektgebiet finden sich vorwiegend Schluffe unterschiedlicher Mächtigkeiten, die zum Teil in Wechsellage mit Fein- und Mittelsanden liegen.

Die im Nachfolgenden genauer beschriebenen Erkundungsergebnisse beziehen sich auf die Ansatzpunkte, die dem Übersichtslageplan in der Anlage 1 entnommen werden können.

Im südlichen, bewaldeten Streckenkorridor (Bereich der Ansatzstellen der Handschürfe KP W3, W4 und W6, Endteufe bei 0,5 m u. GOK) wurden im Liegenden einer zumeist geringmächtigen Oberboden- bzw. Durchwurzelungsschicht von rund 5 cm bis 10 cm Stärke feinsandige, schwach tonige Schluffe angesprochen. Der Sandmergel wurde in diesem Abschnitt aufgrund der geringen Erkundungstiefe mit den direkten Aufschlüssen nicht erkundet, kann anhand der Schlagzahlen der DPH-KP 2 bei rund 2,5 m bis 3 m unter GOK abgeschätzt werden.

Am südlichsten Ansatzpunkt (RKS-KP W1) wird zuoberst eine rund 0,5 m mächtige Auffüllung aus mittelsandigen Kiesen mit anthropogenen Beimengungen (Bauschuttreste, Schlacke) erkundet. Im Liegenden der kiesigen Auffüllungen werden bis zur OK des Sandmergelsteins bei 2,5 m unter GOK ebenfalls schwach tonige, feinsandige Schluffe (zuoberst gemäß Ansprache aufgefüllt, umgelagert) erkundet.

Das nördliche Ende des bewaldeten Streckenkorridors markiert der Ansatzpunkt der RKS-KP 2. Hier führt der Buschweg als asphaltierte Straße über die quartären Böden. Entsprechend wurden unterhalb einer rund 8 cm mächtigen Asphaltsschicht zunächst kiesige Auffüllungen in Form von Schotter (rund 40 cm Tragschicht) erkundet. Im Liegenden des ungebundenen Straßenoberbaus werden bis in 1,3 m Tiefe teils schluffig sowie teils kiesig dominierte Auffüllungen (anteilig mit Ziegelresten) angesprochen. Der Sandmergelstein wird ab 2,8 m uGOK erkundet.

Vom Buschweg aus führt der neue Gewässerverlauf in Richtung Norden bis zur Alten Hagermer Landstraße. Hierbei führt er zumeist über landwirtschaftlich genutzte Flächen, die sich im Schichtaufbau weitgehend ähneln (vgl. RKS-KP 3, 4, 5, 6 und 8 im Längsschnitt der Anlage x). Bis in 0,4 m u. GOK werden die hier zuoberst anstehenden Oberböden teils als natürlich und teils als anthropogen umgelagerte sandige Schluffe oder auch schluffige bis stark schluffige Sande mit humosen Bestandteilen bezeichnet. Darunter folgen, teils in Wechsellaage, die natürlich Quartärböden in Form schwach schluffiger bis schluffiger Fein- und Mittelsande oder auch feinsandige bis stark feinsandiger Schluffe. Gemäß örtlicher Ansprache bzw. auch den Schlagzahlen der DPH (N_{10} in der Regel rund 2 [-] bis 5 [-]) stehen die natürlichen Böden vorwiegend in einer weichen Konsistenz bzw. lockeren bis anteilig mitteldichten Lagerung an.

Der Ansatzpunkt der RKS-KP 7 wurde im Bereich der Alten Hagermer Landstraße abgeteuft. Hier werden unter einer 8 cm mächtigen Asphaltsschicht kiesige Auffüllungen aus Bauschutt und Schlacke (Tragschichtmaterial) in rund 30 cm Mächtigkeit angetroffen. Darunter folgen bis 2,6 m u. GOK (zuoberst umgelagerte) Mittel- und Feinsande mit schluffig bis schwach

schluffigen sowie teils schwach tonigen Anteilen, die bis zur Endteufe bei 3 m u. GOK von einem feinsandigen, schwach tonigen Schluff unterlagert werden.

Der Mergel wird in den Ansatzpunkten der RKS-KP 3, 4, 5 und 8 ab 1,7 m bis 1,8 m u. GOK erkundet. In den Ansatzpunkten KP 6 sowie unterhalb der Alten Hegemer Landstraße im KP 7 wurde der Mergelhorizont bis 3,0 m u. GOK nicht angetroffen. In Abweichung hierzu wird in einer Alt-Erkundung (Lageplan vom 23.04.2020), die vom AG zur Verfügung gestellt wurde, in unmittelbarer Nähe zu KP 6 und 7 Mergel in einer Teufe von 1,9 – 2,2 m uGOK erkundet. Dies lässt darauf schließen, dass die OK des Mergels auf verhältnismäßig geringer Distanz größeren Schwankungen unterliegen kann.

Die Schichtenverzeichnisse und Sondierprofile der Rammkern- und Rammsondierungen sowie Kernbohrungen sind in den Anlagen 5 und 9 zusammengestellt. Die in den Schichtenprofilen dargestellten Schichtansprachen beziehen sich ausschließlich auf die Feldansprachen. Eine Änderung von Ansprachen anhand der durchgeführten Kornverteilungsuntersuchungen wurde nicht vorgenommen. Die Ergebnisse der Untersuchungen aus Altaufschlüssen sind in der Anlage /1.4/ dargestellt. Die im Baufeld erkundeten Bodenarten können für die Bauaufgabe mit dem folgenden Schichtenmodell idealisiert werden.

- Schicht 1a: Oberböden (die örtlich umgelagerten Oberböden können anteilig Fremdbestandteile enthalten)
- Schicht 1b: Auffüllungen, vorwiegend umgelagerte Schluffe oder Fein- Mittelsande mit anteilig geringen Fremdbestandteilen, im Bereich von Straßen / Wege kiesige Auffüllungen in Form von Schlacke / Schotter, Bauschutt, etc.
- Schicht 2a: natürlich anstehende Fein-Mittelsande, (schwach) schluffig/tonig, die sandig dominierten Böden der Schicht 2a weisen eine hohe Erosionsempfindlichkeit auf.
- Schicht 2b: natürlich anstehende sandige, schwach tonige Schluffe oder schluffige bis stark schluffige Sande (bindiger Charakter). Die bindigen Böden der Schicht 2b sind als äußerst Witterungs- Bewegungs- und Frostepfindlich einzustufen.
- Schicht 3a: oberste Verwitterungszone des Mergelsteins (Lockergesteinszone). Die OK des Mergels wurden in den aktuellen bzw. den Alterkundungen überwiegend zwischen 1,5 m und 2,2 m u GOK erbohrt (Ausnahme RKSKP 6 und 7, siehe oben. In den oberen rund 0,2 m bis 0,6 m ist der Mergel bis hin zu einem Lockergestein verwittert. Die Schlagzahlen der DPH weisen hier mit einer Bandbreite von rund 5 [-] bis 15 [-] auf eine noch geringe Festigkeit bzw. überwiegend steife Konsistenz hin.
- Schicht 3b/3c: Mergelstein, stark angewittert bis gering verwittert (Festgesteinszone) Mit der Tiefe nimmt die Festigkeit bzw. die Kornbindung des Mergels schnell zu und der Mergel geht in eine mindestens halbfeste bis feste Konsistenz über (Schlagzah-

len (N_{10} = ca. 15 [-] bis 30 [-]). Die OK des mind. festen Mergel bzw. die OK der Mergelsteins kann anhand der aktuellen sowie der vorhandenen Altererkundungen (kein Bohrfortschritt bzw. $DPH > = 50$ [-]) zwischen rund 1,8 und 3,6 m u GOK (i.M. rund 2,5 m u GOK) abgeschätzt werden.

5.4 Grundwasserverhältnisse

Der Grundwasserleiter „Halterner Sande“ aus der Kreidezeit ist ausgeprägt sandig und besitzt sein Verbreitungsgebiet im westlichen Münsterland. Die Sande der Oberkreide (Poren-Grundwasserleiter) zeichnen sich durch mittlere Durchlässigkeit und silikatischen Gesteinschemismus aus. Die Ergiebigkeit ist aufgrund der großen Mächtigkeit sehr hoch.

Der Grundwasserleiter, bestehend zum Großteil aus mittelkörnigen Sanden mit Einlagerungen von Kalksandsteinen und Quarzitbänken, ist weitgehend zusammenhängend und unverfestigt. Bindige Deckschichten (Grundmoräne und Tertiär) schützen die Halterner Sande. Die Flurabstände betragen meist 10-20 m, unter den Campanmergeln ist das Grundwasser der Halterner Sande gespannt bis artesisch.

Freies Grundwasser wurde in keiner der aktuell durchgeführten Sondierungen angetroffen. Ein dauerhaft durchgehender Grundwasserspiegel im Bereich der Quartärböden liegt somit nicht vor. Aufgrund der teilweise geringen Wasserdurchlässigkeit der anstehenden bindig dominierten Bodenschichten ist jedoch grundsätzlich mit lokalen Vernässungen oder auch witterungsbedingten Schichtwasserbildungen insbesondere an der OK der Schicht 2b bzw. der Basis der überlagernden Auffüllungen zu rechnen.

Unter Zuhilfenahme der Angabe aus den hydrologischen Karten, wonach sich der Flurabstand des Grundwassers in einer Teufe von 10-20 m u. GOK abschätzen lässt, ist davon auszugehen, dass im Zuge der geplanten Arbeiten i.d.R. nicht mit Grundwasser zu rechnen ist.

Im Rahmen der Auswertungen und Untersuchungen zur Erarbeitung des Bodenschutzkonzeptes wurde die potenziellen Staunässeverhältnisse bestätigt. Zudem weist die Bodenfunktionskarte des Kreises Recklinghausen im Maßstab 1:5.000 gebietsweise vergleyte Böden aus, woraus sich zumindest partiell eine Indikation für einen rezenten oder ggf. reliktschen Grundwassereinfluss ableiten lässt (vgl. auch Bodenschutzkonzept /1.3/).

5.5 Bodenkennwerte und bautechnische Klassifizierung

Die bodenmechanischen Kennwerte der Bodenschichten sind in der Tabelle 1 aufgelistet. In der Tabelle 2 ist die Ansprache der Böden nach der DIN EN ISO 14688-1 sowie die Einstufung in die Bodengruppen nach der DIN 18196 aufgelistet. Im Sinne einer zusätzlichen Information erfolgt ergänzend und informativ eine Einstufung nach alter Normung (DIN 18300:2012) für die relevanten Böden der Baumaßnahme. Die in Spannweiten angegebenen bodenmechanischen Kennwerte sind Schätzwerte der charakteristischen Mittelwerte im Sinne der DIN EN 1997-1 / 2.4.5 und keine Grenzwerte von Homogenbereichen nach VOB/C 2015.

Tabelle 1: Bodenmechanische Charakteristische Kennwerte

Kennwert	nichtbindige Fein- /Mittelsande, (schwach) schluffig/tonig	bindige Schluf- fe, (schwach) sandig	Verwitterungszone des Mergels	Mergelstein, angewittert bis gering verwittert
Schicht-Nr.	2a	2b	3a	3b/3c
Wichte γ/γ' [kN/m ³]	19 – 21 / 11 – 13	19 - 20 / 10 - 12	19 - 21 / 11 - 13	20 - 22 / 11 - 13
Reibungswinkel φ' [°]	30 – 32,5	25,0 – 27,5	25 – 30	27,5 – 32,5
Kohäsion c' [kN/m ²]	0	2 – 5	5 - 10	10 – 50
Steifemodul E_s [MN/m ²]	k.A.	5 – 10	k.A.	75 - 150
Durchlässigkeit k_f [m/s]	10 ⁻⁴ bis 10 ⁻⁶	10 ⁻⁶ bis 10 ⁻⁹	10 ⁻⁵ bis 10 ⁻⁷	k.A.

Eine Angabe von gesonderten bodenmechanischen Kennwerten für die Auffüllungen der Schicht 1b entfällt. Für die vorwiegend umgelagerten Böden können in der Regel die Kennwerte vergleichbarer natürlicher Böden angesetzt werden.

Tabelle 2: Einstufung der Bodenklassen, Bodengruppen und Homogenbereiche

Kennwert	Auffüllung	nichtbindige Fein- /Mittelsande, (schwach) schluffig/tonig	bindige Schluf- fe, (schwach) sandig	Verwitterungs- zone des Mer- gels	Mergelstein, angewittert bis gering verwit- tert
Schicht-Nr.	1b	2a	2b	3a	3b/3c
Boden- bzw. Feldart (DIN EN ISO 14688-1)	U, s, t bis G, s	S, u-u', t-t', fs', g'	U, t'-t, fs'-fs, ms, g', S, u – u*, t'	U, s, t bis fs, u (fs, ms, G, X ²⁾ , s, u)	
Boden-/ Fels- gruppe (DIN 18196)	GE, GW, GU, GU*, SE, SI, SW, SU, ST, ST*, SU*, TL, TM, UL, UM	SE, SI, SW, SU, ST	UL, UM, TL, TM, SU*, ST*	SU, GU, GU*, SU*, UL, TL	
Boden-/ Fels- klasse (DIN 18300:2012)	3 – 5 (6) ¹⁾	3	4, 5 (2)	3, 4, 5	6
Homogenbe- reich Lösen *	Lös-A				Lös-B
Homogenbe- reich Einbau *	-	Ein-A	Ein-B	-	-
Homogenbe- reich Bohren*	Bohr-A				Bohr-B
Homogenbe- reich Ramm*	Ramm-A				Ramm-B ³⁾

* Für Definition siehe Anlage X

¹⁾ Im Fall von Verfestigungszonen oder auch Zonen sehr hoher Lagerungsdichte (z.B. im Bereich vorhandener Tragschichten)

²⁾ G, X = Mergelbruchstücke

³⁾ Aufgrund hoher Festigkeit vermutlich nur mit Vorabmaßnahmen rammbar

5.6 Homogenbereiche

Gemäß den Anforderungen der VOB/C erfolgt die Ausschreibung unter Angabe von Homogenbereichen für die einzusetzenden Bauverfahren. Nach derzeitigem Planungsstand werden dabei die Verfahren des Tief- und Erdbaus „Lösen“ und „Einbau“ sowie ggf. Verfahren zur Erstellung des Verbau in Form von „Bohrarbeiten“ oder „Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten“ relevant. Da der Verbau nach Wahl des Auftragnehmers ausgeschrieben wird, liegen derzeit keine genauere Beschreibung zum Verfahren vor.

Die DIN 18300 und die sich daraus ergebende Erfordernis einer Einteilung in Homogenbereiche gilt nicht für Oberbodenarbeiten, so dass die Schichtzone Oberboden (Schicht 1a) bei

der Homogenbereichsfestlegung keine Berücksichtigung findet. Ebenfalls unberücksichtigt bleiben befestigte Flächen. Es wird davon ausgegangen, dass diese Deckschichten vorlaufend gesondert aufgenommen und entfernt werden.

Die Festlegung und parametertechnische Kennzeichnung (Kennwertbandbreiten) erfolgt tabellarisch mit Bezug zu den angesprochenen Bodenschichtungen. Im Nachfolgenden werden die festgelegten Homogenbereichsunterteilungen kurz erläutert. Die tabellarische Zusammenstellung der Kennwerte erfolgt in Anlage 6.

Homogenbereiche Lösen

Für die erforderlichen Abtragstätigkeiten werden Homogenbereiche nach DIN 18300 für das Lösen des Bodens definiert. Dabei wird der Einsatz mindestens mittelschwerer bis schwerer Aushubgeräte (Tiefelöffel) vorausgesetzt, die geeignet sind auch lokale Setzpacklagen oder Verfestigungszonen (z.B. Tragschichten) ohne vorangehende Lockerungsmaßnahmen mit geeignetem Baggerelöffel (Schneide, Reißzahn) über die gesamte Tiefe aufzunehmen.

Die Aushubtätigkeiten zur Herstellung des Grabeneinschnittes werden über die gesamte Gewässerlänge stattfinden. Entsprechend werden die Aushubarbeiten vorwiegend bis in einer Teufe von 2,5 m uGOK sowie im Bereich der Durchlässe bis in eine Teufe von 3,6 m uGOK erfolgen. Es werden zwei Homogenbereiche Lös-A sowie Lös-B definiert.

- Der Homogenbereich Lös-A umfasst die Auffüllung der Schicht 1b sowie die natürlichen Böden der Schichten 2a und 2b. Zudem wird die Verwitterungszone des Mergels (3a) diesem Homogenbereich zugeordnet. In den Auffüllungen der Schichten 1b sowie der Verwitterungszone können ggf. örtliche Verfestigungszonen bzw. verfestigte Schlacken im Straßenbereich vorhanden sein.
- Der Homogenbereich Lös-B umfasst den angewitterten bzw. gering verwitterten Mergelstein der Schicht 3b/3c. In der Schicht 3b/3c ist mit einer erhöhten Festigkeit zu rechnen, Mehrausbrüche beim Aushub sind einzukalkulieren.

Unabhängig von den hier definierten Homogenbereichen sind die Aushubböden nach Hauptbodenart (Auffüllungen, natürliche Böden, Mergel) sowie nach chemischer Qualität zu separieren.

Homogenbereich Einbau

Zum jetzigen Zeitpunkt sind uns die möglichen Einbauorte bzw. Anforderungen an den Einbau von Böden nicht abschließend bekannt. Nach den vorliegenden Unterlagen kann vorausgesetzt werden, dass Bodeneinbau im Bereich der geplanten Durchlässe sowie im Sohlbereich der Durchlässe erforderlich werden. Es ist noch abzuklären, ob für Bodeneinbautätigkeiten Aushubmaterialien oder Liefermaterialien vorgesehen sind.

Grundsätzlich können die anfallenden Aushubböden im Hinblick auf einen Wiedereinbau orientierend wie folgt eingestuft werden:

Die nicht-bindig dominierten Böden der Schicht 2a sind für einen qualifizierten und verdichteten Wiedereinbau mit den üblichen Verdichtungsanforderungen ($D_{Pr} \geq 95 \%$) in der Regel als geeignet einzustufen. Örtlich kann es sich anbieten, die sandigen Böden der Schicht 2a mit geringen Feinkornanteilen für den Wiedereinbau im Aushub zu separieren, wobei dies unter Berücksichtigung der zu erwartenden Wechsellagerung der Böden der Schicht 2a und 2b mit einem hohen Aufwand verbunden sein kann.

Die bindigen Böden der Schicht 2b erfordern erfahrungsgemäß Konditionierungsmaßnahmen für einen qualifizierten Wiedereinbau. Zudem kann eine zusätzliche Verschlechterung der Hochflutablagerungen unter Witterungseinflüssen nicht ausgeschlossen werden.

Unter Berücksichtigung der bodenmechanischen Zusammensetzung bzw. der Verdichtungs-fähigkeit der natürlich anstehenden Aushubböden werden in Orientierung zwei Homogenbereiche „Ein-A“ und „Ein-B“ definiert.

- Der Homogenbereich Ein-A beschreibt die vorwiegend sandig dominierten Quartärböden der Schicht 2a. Die vorwiegend nicht bindigen Böden sind aller Voraussicht ohne gesonderten Mehraufwand (ggf. temporäre Zwischenlagerung zum „Ausbluten“) als geeignet für einen verdichteten Wiedereinbau einzustufen.
- Der Homogenbereich Ein-B beschreibt die vorwiegend bindig dominierten Quartärböden der Schicht 2b, für die ein qualifizierter Wiedereinbau voraussichtlich mit Konditionierungsmaßnahmen einhergeht.

Homogenbereich Bohrarbeiten

Im Bereich des Durchlasses Buschweg wird nach Auskunft der Planer ein Verbau erforderlich. Der Verbau wird nach Wahl des Auftragnehmers ausgeschrieben. Entsprechend könnten sowohl Ramm- als auch Bohrarbeiten gewählt werden. Vorsorglich werden für beide Optionen Homogenbereiche definiert.

- Der Homogenbereich Bohr-1 beschreibt die quartären, nicht-bindigen (Schicht 2a) und bindigen (Schicht 2b) Schichten, sowie die Verwitterungszone des Mergels (3a). Die Schichtzone weist im Wesentlichen Schlagzahlen $N_{10} < 10$ [-] auf und wird im Bereich des Durchlasses Buschweg ca. bis in eine Teufe von 2,0 – 2,5 m angetroffen.
- Der Homogenbereich Bohr-2 definiert den verfestigten Mergel (Schicht 3b/3c), welcher im Bereich des Durchlasses Buschweg ab 2,0 bis 2,5 m uGOK angetroffen wird. Der Mergel wird hier als fest angesprochen (Schlagzahlen $N_{10} > 30 - 100$ [-]).

Homogenbereich Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten

-
- Der Homogenbereich Ramm-1 beschreibt die quartären, nicht-bindigen (Schicht 2a) und bindigen (Schicht 2b) Schichten, sowie die Verwitterungszone des Mergels (3a). Die Schichtzone weist im Wesentlichen Schlagzahlen $N_{10} < 10$ [-] auf und wird im Bereich des Durchlasses Buschweg ca. bis in eine Teufe von 2,0 – 2,5 m angetroffen.
 - Der Homogenbereich Ramm-2 definiert den verfestigten Mergel (Schicht 3b/3c), welcher im Bereich des Durchlasses Buschweg ab 2,0 bis 2,5 m uGOK angetroffen wird. Der Mergel wird hier als fest angesprochen. Rammarbeiten sind voraussichtlich nur in Verbindung mit Vorabmaßnahmen möglich (Schlagzahlen DPH $N_{10} > 30 - 100$ [-]).

Bei Konkretisierung der Planung sind die hier definierten Homogenbereiche sowie insbesondere der Homogenbereich Einbau nochmals zu prüfen und bei Bedarf zu überarbeiten bzw. zu ergänzen.

6 Chemische Bodenuntersuchungen

6.1 Durchgeführte Untersuchungen

Die Probenahme erfolgte innerhalb der Abschnitte 1 bis 4 auf Grundlage von Kleinrammbohrungen (KP 1 bis KP 8 sowie KP W1) sowie durch Schurfbeprobungen unterhalb der Sohl-schalen (KP S9 bis KP S14). Im Waldbereich wurden die Schürfe 1 bis 3 im Anschluss an die bodenkundliche Kartierung angelegt, da die im Rahmen einer Pürckhaueraufnahme gewinnbare Probenmenge nicht ausreichend ist.

Im Rahmen der durchgeführten Erkundungsphase im Zuge der Ökologische Verbesserung des Sauerkampgrabens wurden aus den gewonnenen Bodenproben insgesamt 22 Proben bzw. Mischproben auf die folgenden Parameter analysiert:

- ErsatzbaustoffV Anl. 1 Tabelle 3, Schütteleluat (2:1/DIN 19529) - ohne Siebung 2 mm (3 Mischproben)
- ErsatzbaustoffV Anl. 1 Tabelle 3, Schütteleluat (2:1/DIN 19529) - inkl. Siebung 2 mm (15 Mischprobe)
- ErsatzbaustoffV Anl. 1 Tabelle 1, Schütteleluat (2:1/DIN 19529) - ohne Siebung 2 mm (2 Mischproben)
- BTEX nach DIN EN ISO 22155 (2 Mischproben)
- PFC gemäß Leitfaden zur PFAS-Bewertung (Stand 21.02.2022) Tabelle 3 a/Tabelle 3 b, Verwertungskategorien VK1 bis VK 3 (2 Mischprobe)
- Teererkundung auf PAK nach DIN ISO 18287: 2006-05; DIN EN 17503:2022-08 (2 Mischproben)

6.2 Allgemeine Beschreibungen und orientierende Einstufung nach EBV

Oberböden

Die beprobten Oberböden (MP1, MP11, MP16, MP17, MP18) im Projektgebiet weisen typischerweise erhöhte TOC-Gehalte (1,70 Gew.-% in MP17 bis 27,50 Gew.-% in MP18). Diese können häufig aus den Humusgehalten im Oberboden (teils i.V.m. Streueinlagerungen innerhalb des Waldabschnittes) resultieren und sind oft als unbedenklich zu werten. In den Proben MP16 und MP18 liegen zudem auffällige Werte für PAK vor (MP16: 9,30 mg/kg; MP18: 8,05 mg/kg). In der MP18 wurden zudem auffällige Schwermetallgehalte bestimmt (Blei: 454 mg/kg; Kupfer: 84 mg/kg; Quecksilber: 1,0 mg/kg). Des Weiteren ist die Mischprobe MP17 aufgrund des erhöhten PCB-Gehalts von 2,85 mg/kg zu erwähnen. Bei einer durchgeführten Nachuntersuchung desselben Probenmaterials konnte der zuvor bestimmte

PCB-Gehalt von 2,85 mg/kg nicht bestätigt werden. In der Nachuntersuchung lagen die Messwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze (n. B.). Des Weiteren wurden im Nachgang an zwei Schürfen ergänzende Probenahmen durchgeführt. Dabei wurde ein altes kV-Kabel an zwei Stellen freigelegt. Die Schürfe befinden sich in unmittelbarer Nähe des Untersuchungspunktes 1, aus dem die Probe MP17 mit erhöhtem PCB-Gehalt stammt, sowie im Bereich des Untersuchungspunktes KP W1. Aus den beiden Schürfen wurden insgesamt vier Bodenproben aus den verschiedenen Bodenhorizonten entnommen und auf PCB untersucht. In keiner der Proben konnten PCB-Gehalte nachgewiesen werden; die Messwerte lagen jeweils unterhalb der Bestimmungsgrenze (n. B.).

Für die Klassifizierung nach EBV ist im Rahmen der Erstuntersuchung der MP17 der erhöhte PCB-Gehalt maßgeblich und führt zu einer Einordnung in die Materialklasse > BM-F3. Es wurde bisher keine ergänzende Analyse nach DepV veranschlagt, aber da die Einstufungen hauptsächlich mit den TOC-Werten korrelieren, ist eine Zuordnung in die Klasse DK2 wahrscheinlich. Sowohl MP16 als auch MP18 würden unter Berücksichtigung des TOC-Gehalts in die Materialklasse >BM-F3 nach EBV eingestuft werden. Wird dieser nicht berücksichtigt, lassen sich die MP16 aufgrund des leicht erhöhten PAK-Gehalts und die MP18 wegen Überschreitungen der Materialwerte für Blei, Kupfer und Quecksilber in die Materialklasse BM-F3 einordnen. Die verbleibenden Oberbodenmischproben MP1 und MP11 sind der Materialklasse BM-F0* zuzuordnen (BM-0* ohne Berücksichtigung des TOC-Gehaltes).

Natürlich gewachsene Unterböden

Die beprobten Unterböden (Sande und Schluffe) im Projektgebiet (MP3, MP4, MP5, MP12, MP13, MP19, MP20) sind insgesamt als unauffällig zu bewerten. Die Probe MP12 weist allerdings eine leicht erhöhte PCB-Konzentration (0,25 mg/kg) auf. Ebenso besitzt MP4 eine erhöhte Leitfähigkeit (496 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

Gemäß EBV lassen sich die analysierten Unterböden in fünf von sieben Fällen in die Materialklasse BM-0 einordnen. Aufgrund des PCB-Gehalts wird MP12 der Klasse BM-F3 zugeordnet. Die erhöhte Leitfähigkeit in MP4 ist ausschlaggebend für die Einordnung in BM-F1, wobei es sich hierbei lediglich um einen stoffspezifischen Orientierungswert handelt. Dieser ist bei quartären Auensedimenten, v.a. bei unterlagernden Sedimenten der Kreide, oftmals auf naturbedingte Einflüsse zurückzuführen, weswegen hieraus nicht direkt eine umwelthygienische Relevanz ableiten lässt. Mit Ausnahme der elektrischen Leitfähigkeit werden die Materialwerte von BM-0 eingehalten.

Betonsohlschalen

Die Betonsohlschalen wurden beprobt und anhand von zwei Mischproben analysiert (MP7 und MP9). Bei diesen wurde eine erhöhte elektr. Leitfähigkeit festgestellt (MP7: 7290 $\mu\text{S}/\text{cm}$; MP9: 7790 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Laut Abfallsteckbrief für mineralische Abfälle des LANUV Nordrhein-Westfalen ist jedoch zu berücksichtigen, dass erhöhte pH-Werte und elektrische Leitfähigkeit

bei frisch gebrochenem Beton auftreten können. Zudem weisen beide Proben leicht auffällige PAK-Werte (Σ PAK EPA) auf (MP7: 4,94 µg/l; MP9: 0,62 µg/l).

Die beprobten Betonsohlschalen werden gemäß EBV in RC-Klassen eingestuft. Unter Berücksichtigung der elektrischen Leitfähigkeit ergibt sich für die Proben MP7 und MP9 jeweils eine Einstufung in die RC-3. Wird die elektrische Leitfähigkeit hingegen nicht herangezogen, ist der PAK-Gehalt das maßgebliche Kriterium, sodass sich für die Proben eine Einstufung in die Materialklasse RC-2 (MP 7) bzw. RC-1 (MP 9) ergibt.

Tragschicht unterhalb der Sohlen

Das Material unter den Sohlschalen besteht aus sandig, schluffig, kiesigen Auffüllungen (Bergematerial und Schlacke). Insgesamt zeigten sich die analysierten Proben (MP8 und MP10) unauffällig, lediglich die TOC Werte sind erhöht. Unter Berücksichtigung des TOC-Gehaltes wird der Materialwert für BM-F3 überschritten, d.h. Einstufung > BM-F3 (ohne Berücksichtigung TOC: BM-0*)

Auffüllungen der Durchlassbauwerke

Die Durchlässe am Waldrand (MP 15, siehe KP2) und einer Straße (MP 2, siehe KP7) weisen beide eine leicht erhöhte elektr. Leitfähigkeit auf (KP2: 868 µS/cm; KP7: 367 µS/cm). Diese resultiert wahrscheinlich aus den mineralischen Fremdbestandteilen der Auffüllungen (Schlacke, Schotter, Ziegelreste, Bauschutt). Die beprobten Durchlässe lassen sich aufgrund der hohen Leitfähigkeit nach EBV in BM-F3 (KP2) bzw. BM-F1 (KP7) einordnen.

Schwarzdecken der Durchlassbauwerke

Des Weiteren wurden die Asphaltsschichten der Kleinrammbohrungen KP2 (MP21) und KP7 (MP22) laboranalytisch untersucht. Die Schichten weisen Mächtigkeiten von 0,00 bis 0,08 m auf. Untersucht wurden PAK und Benzo(a)pyren im Feststoff sowie der Phenolindex im Eluat. Die gemessenen Werte liegen unterhalb der maßgebenden Grenzwerte nach RuVA-StB, sodass eine Einstufung in die Verwertungsklasse A erfolgt.

Einlass Wald

Die Mischprobe M14 zeigt neben erhöhten TOC Gehalten (6,30 mg/kg) auch einen erhöhten Kupfergehalt (111 µg/l). Aufgrund der erhöhten TOC Gehalte lässt sich MP14 in die Klasse >BM-F3 nach EBV einordnen. Ohne Rücksichtnahme auf TOC würde die Probe wegen des erhöhten Kupfergehalts trotzdem noch BM-F2 zugeordnet werden.

Untergrund

Der beprobte Sandmergelstein (MP6) im Untergrund ist bis auf eine minimale Arsenbelastung (11,50 mg/kg) ohne Auffälligkeiten. Nach EBV lässt sich MP6 in die Klasse BM-0* aufgrund der leicht erhöhten Arsenwerte einordnen.

7 Geotechnische Beratung

7.1 Planum unter Durchlass Alte Hagemer Landstraße

Wie in Kap. 5.3 erläutert, wurde in der erkundeten Endteufe bei 3,0 m u. GOK weicher Schluff, feinsandig, schwach mittelsandig, schwach tonig angesprochen, der der Bodengruppe UL zuzuordnen ist. Der Schluff ist mit der schweren Rammsonde leicht zu durchhörern, was sich in den Schlagzahlen $n > 1-2$ widerspiegelt. Da sich die Bauwerkssohle auf 3,6 m u. GOK befindet, ist das Erdplanum auf dem Gründungsniveau im Zuge der aktuellen Sondierarbeiten nicht erkundet worden. Es besteht somit eine Unsicherheit, ob der tragfähige Mergel bis zur Gründungssohle angetroffen wird. Basierend auf den umliegenden Bohrprofilen sowie Erkundungsergebnissen als Alt-Gutachten erscheint es wahrscheinlich, dass der Mergel bis zur Gründungssohle oder unweit darunter angetroffen wird. Entsprechend wird empfohlen den Quartärboden bis zum Mergelhorizont auszuheben, um ein tragfähiges Planum zu schaffen. Sollte dies dazu führen, dass tiefer als bis 3,6 m u. GOK auszuheben ist, kann die Schottertragschicht entsprechend mächtiger ausgeführt werden. Sollte zwischen Mergelhorizont und geplanter Gründungssohle widererwartend ein deutlicher Höhenunterschied festgestellt werden, so sind weitere Maßnahmen zu erörtern.

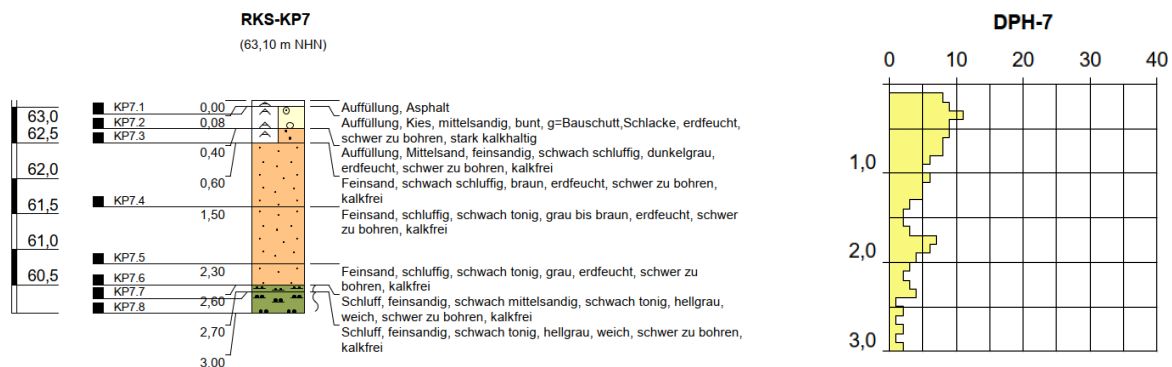


Abbildung 4: Bohrprofil und Rammsondierung Alte Hagemer Landstraße

Planmäßig ist eine 0,40 m mächtige Polsterschicht aus Tragschichtmaterial und eine 0,20 m mächtige Sauberkeitsschicht aus Beton unterhalb des Durchlasses einzubauen. Das verwendete Tragschichtmaterial muss aus einem gut verdichtungsfähigen, in der Körnung abgestuftem Material z. B. Naturschotter HKS 0/45 bestehen, und lagenweise eingebracht und fachgerecht verdichtet werden. Der Verdichtungsgrad sollte hierbei $D_{pr} \geq 97\%$ der einfachen Proctordichte betragen. Auf der Oberfläche des Tragschichtmaterials ist im Verdichtungsnachweis durch Plattendruckversuche nach DIN 18134 ein Verformungsmodul von $E_{V2} \geq 60$ MN/m² und ein Verhältniswert $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,5$ nachzuweisen. Die Aufstandsebene der Trag-

schicht ist nachzuverdichten. Sofern die Anforderung an den Verformungsmodul nicht erfüllt wird, ist die Höhe des Bodenaustausch entsprechend zu vergrößern.

7.2 Planum unter Durchlass Buschweg

In einer Teufe von 2,8 m uGOK steht unterhalb des Buschweges angewitterter oder unverwitterter Sandmergelstein mit hoher Druckfestigkeit ein. Der Mergel stellt ein tragfähiges Planum für die Tragschicht dar, welche, wie in den Planunterlagen ausgewiesen, mit einer Mächtigkeit von 0,40 m für das Tragschichtmaterial und 0,20 m für die Sauberkeitsschicht aus Beton einzubauen ist. Der Eingriff in den Mergel bedingt eine Erschwernis bei den Aushubarbeiten, was im Zuge der Aufwandsermittlung zu berücksichtigen ist. Zudem ist mit Mehrausbruch zu rechnen. Das Planum des Mergels weist eine ausreichende Tragfähigkeit auf, um den verdichteten Einbau der Tragschicht aufzunehmen.

Gleichermaßen wie bereits zuvor, muss das verwendete Tragschichtmaterial aus einem gut verdichtungsfähigen, in der Körnung abgestuftem Material z. B. Naturschotter HKS 0/45 bestehen, und lagenweise eingebracht und fachgerecht verdichtet werden. Der Verdichtungsgrad sollte hierbei $D_{Pr} \geq 97\%$ der einfachen Proctordichte betragen. Auf der Oberfläche des Tragschichtmaterials ist im Verdichtungsnachweis durch Plattendruckversuche nach DIN 18134 ein Verformungsmodul von $E_{V2} \geq 60 \text{ MN/m}^2$ und ein Verhältniswert $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,5$ nachzuweisen.

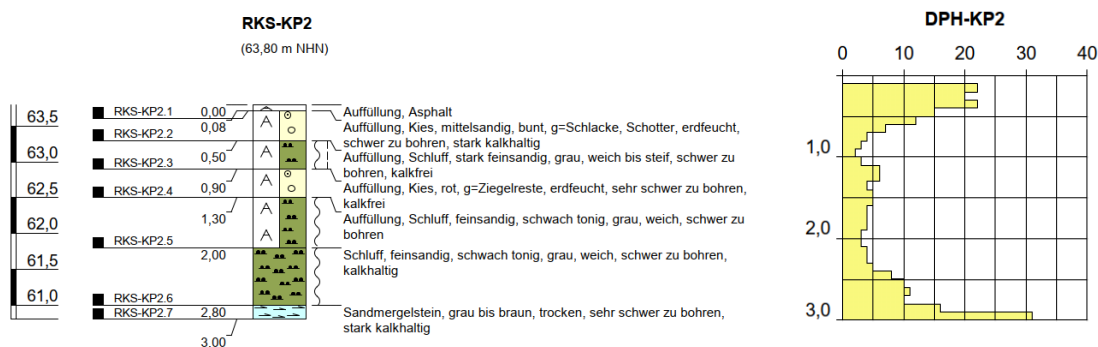


Abbildung 5: Bohrprofil und Rammsondierung Buschweg

7.3 Anforderungen an den Einbau im Bereich der Durchlässe

Wie in Kap. 5.6 ausgeführt, wird nach den vorliegenden Unterlagen vorausgesetzt, dass ein Bodeneinbau im Bereich der geplanten Durchlässe erforderlich wird. Sofern Aushubböden verwendet werden sollten, bieten sich die sandig dominierten Schichten der Schicht 2a an. Sie zeichnen sich durch eine bessere Verdichtungsfähigkeit aus als die bindig dominierten

Böden der Schicht 2b. Im Fall eines Wiedereinbaus der Schicht 2b muss die Wiedereinbaufähigkeit zuvor durch Baustellenversuche nachgewiesen werden.

Die Auffüllung, die neben und oberhalb der Hohlprofile angeschüttet wird, ist lagenweise, verdichtet einzubauen. Die allgemeinen Anforderungen an Erdbautätigkeiten nach VOB/C sind entsprechend zu beachten. Die Schichtstärken sind an das eingesetzte Verdichtungsgerät anzupassen; bei bindig dominierten Böden als 30 cm in verdichteten Zustand, bei nicht-bindig dominierten Böden max. 40 cm im verdichteten Zustand. Anforderungen an den Verdichtungsgrad wurden nicht benannt. In der Regel ist für bindig dominierte Böden eine $D_{Pr} > 95\%$ und für nicht-bindig dominierte Böden $D_{Pr} > 97\%$ nachzuweisen.

Eine gesonderte Anforderung ist an das Planum für die Tragschicht der Straße zu stellen. Gemäß den üblichen Anforderungen aus dem Straßenbau (RStO) ist auf dem Erdplanum ein E_{v2} -Wert von $> 45 \text{ MN/m}^2$ sicherzustellen. Beim Fall des Wiedereinbaus der Böden der Schicht 2b ist eine entsprechende Tragfähigkeit ggf. auch bei guter Verdichtung (s.o.) nicht sicherzustellen. Bei Bedarf könnte hier z.B. eine Erhöhung der Tragfähigkeit durch Zugabe von Kalkzement sichergestellt werden.

7.4 Baugrube und Böschungssicherung am Durchlass Buschweg

Der Technische Lageplan 2 weist südlich des Durchlassbauwerks unter dem Buschweg drei bis vier Begleitdatenleitungen sowie einen zu erhaltenden Baum aus. Entsprechend wird, wie vom Planer vorgesehen, an dieser Stelle eine Verbauwand erforderlich. Da im Zuge der Sondierarbeiten kein Grundwasser angetroffen wurde und auch die Recherche in den hydrogeologischen Karten des Landes NRW vermuten lässt, dass Grundwasser erst deutlich unterhalb der Baugrubensohle ansteht, werden keine besonderen Anforderungen an die Wasserdichtheit gestellt. Bei der Planung des Verbaus sind die Homogenbereiche Ramm-A und Bohr-A bzw. Ramm-B und Bohr-B zu beachten.

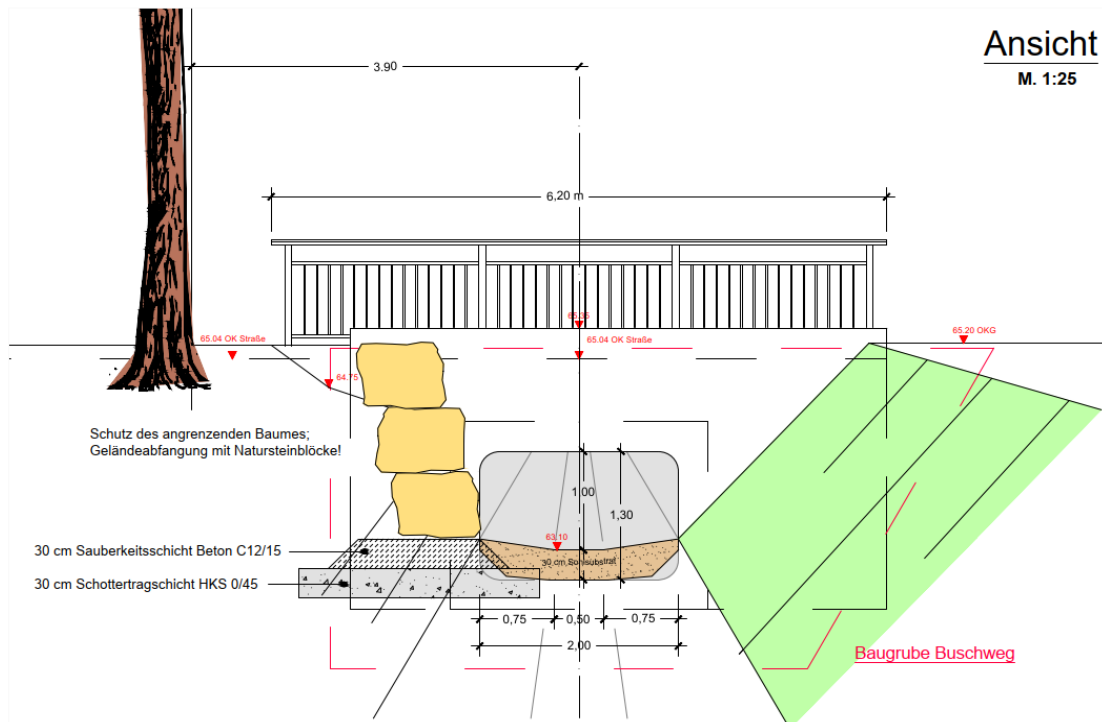


Abbildung 6: Durchlass mit Sicherung am Buschweg

Dauerhaft soll die Böschung am Durchlass Buschweg mithilfe von Felsblöcken gesichert werden. Etwaige erdstatische Nachweise wurden im Zuge der Gutachtenerstellung nicht durchgeführt.

7.5 Allgemeine Hinweise zum Erdbau

Erdarbeiten sollten nicht bei ungeeigneten Witterungsverhältnissen (starker Frost, anhaltender Regen) durchgeführt werden, da dies die Tragfähigkeit und Verdichtungsfähigkeit des Bodens beeinträchtigen kann. Aufgeweichte oder gefrorene Böden sind vor dem Wiedereinbau zu prüfen. Der Wiedereinbau von Bodenmaterial darf nur erfolgen, wenn dieses den technischen Anforderungen entspricht. Organische, stark durchwurzelt oder stark wasserhaltige Böden sind für fachgerechten Einbau ungeeignet.

Es wird darauf hingewiesen, dass die nicht-bindig dominiert, sandigen Böden unter Wassereinfluss fließempfindlich und erosionsgefährdet sind. In diesem Zusammenhang wird für die geböschten Baugruben und Gräben auf die Anforderungen nach DIN 4124 hingewiesen. Bei freigelegten sandigen Böschungsflanken wird auf die Erosionsempfindlichkeit hingewiesen. In Bereichen in denen geringen Rutschungen infolge Oberflächenerosion aufgrund von Niederschlag nicht zulässig sind, sollte eine schnelle Begrünung oder weitere technische Sicherungsmaßnahmen zum Erosionsschutz sichergestellt werden.

Auf die Wasserempfindlichkeit der bindigen Böden der Schicht 2b wird hingewiesen. In Abhängigkeit der Witterung kann beim Aushub eine weitergehende Verschlechterung der Konsistenz eintreten.

Der Mergel ist für den Wiedereinbau mit Verdichtungsanforderungen aufgrund der lokal unterschiedlichen Festigkeiten ungeeignet. Zudem kann es zu Entfestigungen oder einer sich ändernden Konsistenz infolge Niederschläge kommen.

Bei Zwischenlagerungen sind die Aushubböden durch Profilierung und Verdichtung gegen die Witterung zu schützen.

Die einschlägigen Vorschriften der Arbeitssicherheit (z. B. DGUV-Regeln) sind einzuhalten. Dazu gehören unter anderem Absturzsicherungen, sichere Zugänge zu Baugruben, Schutz gegen Verschüttung sowie die Einhaltung von Sicherheitsabständen zu Maschinen. Maschinenführer müssen entsprechend qualifiziert sein.

7.6 Erosionsschutz

Es ist zu berücksichtigen, dass bei einem Aushub die erosionsempfindlichen leichtplastischen Schluffe der Schicht 2a bzw. auch sandig dominierten Böden der Schicht 2b im Bereich der Böschungsfanken angeschnitten werden. Bauzeitlich und bis zur Herstellung einer Erosionsschutzschicht werden die Böden einem starken Erosionsangriff durch Niederschlagswasser ausgesetzt. Eine frühzeitige Ansaat der Böschungen zur Unterstützung der Bildung einer zusätzlich stabilisierenden Grasnarbe wird empfohlen. In Bereichen in denen lokale bauzeitliche Rutschungen nicht zulässig sind kann auch die Verlegung eines Erosionsschutzgewebes zielführend sein.

In Bereichen, in denen eine natürliche Entwicklung im Bereich der Sohle, Erosionserscheinungen oder kleinere Auskolkungen tolerierbar sind, kann auf technische oder auch ingenieurbio-logische Sicherungselemente aus gutachterlicher Sicht verzichtet werden. Diesbezüglich ist darauf hinzuweisen, dass Erosionserscheinungen / Auskolkungen im Bereich der Sohle auch bis zu den Böschungsfüßen fortschreiten können bzw. auch in den Böschungsfüßen zumindest anteilig erosionsempfindliche Böden anstehen. Eine fortschreitende Erosion im Fuß kann dabei in Summe zu einem sukzessiven Versagen der Standsicherheit (Rutschung) führen. In Bereichen, in denen Rutschungen nicht zulässig sind, sollten daher Erosionssicherungsmaßnahmen eingeplant werden bzw. bei Bedarf auch Böschungsfußbefestigungen mittels Steinschüttung, Steinwalzen, etc. zur Ausführung kommen.

8 Bodenmanagementkonzept

8.1 Grundlagen der Bewertung

Die Abfallrahmenrichtlinie (Richtlinie 2008/98/EG) legt für alle Mitgliedstaaten der EU die grundlegenden Anforderungen zum Umgang mit Abfällen fest und führt in diesem Rahmen eine Abfallhierarchie ein. Demnach ist das Entstehen von Abfällen an erster Stelle zu vermeiden. Möglichst hochwertige Anwendungen zur Wiederverwendung und Verwertung folgen darauf. Die Beseitigung (z.B. Entsorgung auf einer Deponie) steht an letzter Stelle der Abfallhierarchie und ist nur dann vorzusehen, wenn nachweislich keine Wiederverwendung oder Verwertung möglich ist (z.B. aufgrund von Schadstoffgehalten oder im Ergebnis einer gesamthaften Unverhältnismäßigkeit).

In Deutschland erfolgte die Übertragung dieser Richtlinie in das nationale Recht v.a. durch das Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG /2.4/), welche auf exekutiver Ebene durch weitergehende Verordnungen in Bezug auf die praktische Umsetzung ergänzt wird (z.B. Abfallverzeichnisverordnung, Nachweisverordnung).

Ein Großteil der Aushubmassen wird vsl. nach der Abfallschlüsselnummer 170504 (Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 170503* fallen) eingestuft werden können. Sollten entgegen den Ergebnissen der bisherigen Untersuchungen Aushubböden anfallen, die als gefährliche Abfälle einzustufen sind, wäre die Abfallnummer 170503* (Boden und Steine, die gefährliche Stoffe enthalten) anzuwenden. Beton-Abbruchmaterial ist dem Abfallschlüssel 170101 (Beton) zuzuordnen.

In Bezug auf den Umgang mit Bodenmaterial, insbesondere im Hinblick auf den Wiedereinbau sowie die Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht oder die Verfüllung außerhalb durchwurzelbarer Bodenschichten sind die Anforderungen der Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV /2.2/) zu beachten.

Für den Fall, dass eine Verwertung ausgehobener Substrate im Sinne von Ersatzbaustoffen oder Nebenprodukten in technischen Bauwerken erfolgt ist i.d.R. die Einschlägigkeit der Ersatzbaustoffverordnung (EBV /2.3/) gegeben.

Für eine Verwertung bzw. Beseitigung auf einer Deponie gilt die Deponieverordnung /2.6/ (überwiegend Eluatanalysen). Zusätzlich dazu werden je nach Deponie oder Verwertungsstelle diverse andere chemische Parameter (z.B. Höchstgrenzen für PAK, MKW etc.) für eine Bewertung relevant. Hier ist noch einmal darauf hinzuweisen, dass der überwiegende Teil der durchgeführten Analysen nach EBV /2.3/ erfolgte. Für Material, welches auf einer Deponie verwertet werden soll, sind demnach Deklarationsanalysen nach DepV /2.6/ durchzuführen.

Durch den Bau der Ersatzau werden Überschussmassen anfallen. Ein Teil der Ober- sowie Unterbodenmassen können vor Ort wieder eingebaut oder auf anliegenden Freiflächen aufgebracht werden (vgl. Kapitel 8.2). Die Überschussmassen müssen fachgerecht extern entsorgt werden.

Die anfallenden anthropogenen Oberböden, Auffüllungen, Sande und Schluffe sind nach Bodenart und bodenchemischer Einstufung zu separieren. Für den Wiedereinbau muss das nach Bodenart und Bodenchemie separierte Material ggf. zum Abtrocken/Ausbluten zwischengelagert werden.

In Bezug auf den Wiedereinbau vor Ort wird ergänzend auf die allgemeinen Anforderungen an das Auf- oder Einbringen von Materialien auf oder in den Boden sowie die zusätzlichen Anforderungen in Bezug auf den Bereich der durchwurzelbaren Bodenschicht sowie den Bereich außerhalb einer durchwurzelbaren Bodenschicht gemäß §§ 6 – 8 BBodSchV verwiesen. Die Einschlägigkeit der BBodSchV leitet sich u.a. aus dem fehlenden Entledigungswillen (unmittelbarer Wiedereinbau vor Ort ist nach Möglichkeit explizit beabsichtigt) sowie dem Ausschluss von Hochwasserschutzeinrichtungen und Gewässerumbaumaßnahmen im Gegenstand der Ersatzbaustoffverordnung (vgl. § 1 Abs. 2; hier stellvertretend für den Deichbau und Gewässer) ab. Der Wiedereinbau vor Ort ist gemäß BBodSchV zulässig, wenn das Entstehen einer schädlichen Bodenveränderung nicht zu befürchten ist und mindestens eine gemäß BBodSchG definierte Bodenfunktion verbessert, gesichert oder wiederhergestellt wird (vgl. § 6 Abs. 2 BBodSchV). Wie bereits in Kapitel 8.4.1 beschrieben, kann dieses Kriterium auch unter Berücksichtigung gebietstypischer Hintergrundgehalte i.S. § 6 Abs. 4 BBodSchV erfüllt werden. Die im Rahmen der Gebietsabgrenzung relevanten Begrifflichkeiten des Herkunftsortes sowie des räumlich abgegrenzten Standortes können im Projektkontext eindeutig über die Antragsgrenze des Vorhabens definiert werden (siehe hierzu auch Erläuterungen und Hinweise gemäß Vollzugshilfe zu §§ 6 – 8 BBodSchV der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz /2.8/.

8.2 Wiederverwertung vor Ort und externe Entsorgung

Wie in den vorangegangenen Kapiteln beschrieben, soll der Sauerkampgraben als Aue angelegt werden. Für die Anlegung der Aue fallen wie in Kapitel 8.3.2 Bodenmassen an. Ein Teil der Bodenmassen muss abgefahren werden. Ein Anteil der Bodenmassen kann vor Ort wiederverwertet werden. Der parallel zur geplanten Aue verlaufende Kanal wird entfernt. Die Betonsohlschalen sowie das Bettungsmaterial werden ausgebaut und extern entsorgt. Es ist geplant, während des Aushubs der Ersatzau den Boden in den ehemaligen Gewässerverlaufs gemäß der natürlichen Haupthorizontabfolge lagenweise wieder einzubauen.

Ein weiterer Teil des Oberbodens kann auf angrenzende Flächen aufgebracht werden. Die Überschussmassen müssen fachgerecht extern entsorgt werden.

8.3 Bodenmassen

8.3.1 Allgemeine Hinweise

Die nachfolgende Bilanzierung der Aushubmassen nach Bodenarten bzw. Substrateinheiten sowie die Qualifizierung nach den Materialwerten der Ersatzbaustoffverordnung bezieht sich auf die Erdarbeiten im Projektgebiet der Abschnitte 1 bis 4. Die Klassifizierung der anfallenden Aushubmengen erfolgt mit dem Ziel einer Optimierung zur weiteren Verwendung des Bodenmaterials vor Ort und den potenziellen externen Verwertungs-/ bzw. Beseitigungsmöglichkeiten.

Es wird darauf hingewiesen, dass es sich im Folgenden um eine grobe Schätzung hinsichtlich der Fraktionierung der Aushubmassen handelt, da auf punktuelle Sondierungen zurückgegriffen wird und die Aushubmassen für den flächigen Abtrag im Bereich der Aue in vier Teilabschnitte erfolgt. Die Berechnung erfolgte durch die TABERG Ingenieure GmbH unter Zuhilfenahme der zugrundeliegenden Querschnitte.

Die Basis bildet die Massenermittlung des Planers in der für verschiedene Teilabschnitte Gesamtaushubmassen angegeben wurden. Die Zuordnung der einzelnen Bodenfraktionen in den entsprechenden Aushubbereichen erfolgt auf Grundlage einer statistischen Auswertung anhand der vorliegenden, chemischen Analysen.

Die Grundlagen für die im Ergebnis der allgemeinen Massenermittlung (nach Bodenschichten) durchgeführten Klassifizierung nach den Materialwerten der EBV können den Tabellen in der Anlage 8 entnommen werden. Aufgrund der punktuellen Aufschlüsse und Mischproben ist im Hinblick auf die Ausschreibung und Ausführung der Arbeiten jederzeit mit der Möglichkeit eines Antreffens von geringen Mengen an Aushubmaterial anderer Qualitäten (bodenchemisch und bodenmechanisch) zu rechnen. Etwaige Abweichungen zwischen den Tabellen in der Anlage 8 sowie dem nachfolgenden Kapitel sind darauf zurückzuführen, dass es sich bei der Massenqualifizierung nur um eine Schätzung handelt und die Massen nachfolgend gerundet wurden.

Die im Rahmen der aktuellen Massenabschätzung getroffenen Annahmen (z.B. Eingriffsgeometrien und Eingriffstiefen im Einzelfall) sind im Rahmen der weiteren Ausführungsplanung zu verifizieren und bedarfsweise (auch rechnerisch) anzupassen.

8.3.2 Bodenmassen im Projektgebiet

Die orientierende Abschätzung der Bodenmassen nach den anstehenden Bodenfraktionen (Oberboden, Auffüllungen, Sand und Kiese, Lehm/Schluff/Ton, Mergel) erfolgte auf Grundlage der durch den Fachplaner ermittelten Aushubmassen (/1.5/, /1.6/) und unter Zuhilfenahme von für die jeweiligen Aushubbereiche typischen Aushubprofilen. Unter Berücksichtigung der im Bereich der jeweiligen Aushubbereiche durchgeführten Baugrunderkundungen (Rammkernsondierungen und Schürfe) wird in Abhängigkeit von der Aushubgeometrie der Anteil der jeweiligen Bodenfraktionen abgeleitet.

Insgesamt wurden für die jeweiligen Aushubbereiche folgende Massen abgeleitet:

Tabelle 3: Aushubmassen der Aue im Projektgebiet, gerundet (Stand: 05.05.2026)

Aushubbereiche	Oberboden [m³] ¹⁾		Unterboden [m³] ¹⁾	
	Aushub [m³] ¹⁾	Auftrag [m³] ¹⁾	Aushub [m³] ¹⁾	Auftrag [m³] ¹⁾
Abschnitt 1	740	480	1.760	230
Abschnitt 2	255	80	1.400	-
Abschnitt 3	580	420	2.220	180
Abschnitt 4	480	230	1.370	140
Gesamt	2.055	1.210	6.750	550

¹⁾ Gesamtmassen gerundet aus Angaben des Fachplaners übernommen /1.5/

Unter Berücksichtigung der o. g. Annahmen und Voraussetzungen ergibt sich für die Umsetzung des Bauvorhabens folgende, geschätzte Verteilung der Aushubmassen für die vorherrschenden Bodenfraktionen:

Tabelle 4: Annahme des Bodenaushubs nach Bodenfraktionen

Bodenfraktion	Aushubvolumen [m³]
Oberboden anthropogen ¹⁾	2.060
Sand	2.150
Lehm, Schluff, Ton	3.450
Auffüllung	-
Mergel	1.150
Gesamt	8.810

¹⁾ Anthropogen überprägter Oberboden/ oberflächennahe Auffüllung mit anthropogenen Beimengungen und oberbodenähnlichen Eigenschaften

²⁾ Gesamtmassen gerundet aus Angaben des Fachplaners übernommen /1.5/

Bei den in Tabelle 4 aufgeführten Aushubmassen nach Bodenfraktionen handelt es sich um die im Bereich der geplanten Ersatzaue anfallenden Mengen. Ergänzend sind für die Baugruben der Durchlassbauwerke weitere 410 m³ zu berücksichtigen, sodass sich im Projektgebiet ein Gesamtaushub von insgesamt 9.220 m³ ergibt.

In der nachgestellten Tabelle 5 werden die Bodenmassen für die Entfernung der Sohlschalen und den Unterbau aufgeführt. Insgesamt handelt es sich um 180 m³ Betonsohlschalen und 300 m³ Unterbau der aus Sand, Bergematerial und Schlacke besteht.

Tabelle 5: Aushubmassen des Unterbaus der Sohlschalen, gerundet (03.06.2026)

Aushubbereiche	Sohlschalen [m³]	Unterbau [m³]
Abschnitt 1	65	120
Abschnitt 2	35	45
Abschnitt 3	40	75
Abschnitt 4	40	60
Gesamt	180	300

¹⁾ Gesamtmassen gerundet aus Angaben des Fachplaners übernommen /1.6/

Geringfügige Summationsabweichungen bei den o. g. Tabellen sowie den Tabellen in der Anlage 8 sind auf Rundungsvorgänge zurückzuführen.

Unter Berücksichtigung der chemischen Laboranalysen wurden die Aushubmassen nach den Materialwerten der Ersatzbaustoffverordnung (Anlage 1, Tabelle 3) mit Hilfe eines statistischen Verfahrens ermittelt (s. Kapitel 8.4.2). Die daraus resultierende, ungefähre Abschät-

zung mit Hinblick auf potenzielle Entsorgungs- und Verwertungswege dient dem Zweck die Kosten für die geplanten Erdarbeiten im Falle einer externen Entsorgung von Überschussmassen grob abschätzen zu können und eine erste, ungefähre Orientierung zur Qualität der anstehenden Böden zu ermöglichen.

Zur gebietstypischen Charakterisierung der Aushubsubstrate wurde auf die Grundgesamtheit der für den Projektabschnitt verfügbaren Analysen nach den Methoden der Ersatzbaustoffverordnung (n = 9) zurückgegriffen. Ein Teil der Aushubmassen ist für den direkten Wiedereinbau vor Ort vorgesehen und somit nicht von entsorgungstechnischer Relevanz.

Die Ergebnisse der statistischen Berechnung in Bezug auf die verwertungstechnische Einstufung der Gesamtaushubmassen nach der Ersatzbaustoffverordnung kann der Anlage 8 entnommen werden. Aufgrund der zuvor genannten Ausführungen zum TOC-Gehalt sowie der Beschreibung gemäß EBV als bodenmaterialspezifischer Orientierungswert erfolgte eine Auswertung mit und ohne Berücksichtigung des TOC-Gehaltes. Die Einstufungsrelevanz ist je nach Substratart und dem jeweiligen Entsorgungsweg zu beurteilen. Auch einstufigsrelevante Abweichungen bei weiteren stoffspezifischen Orientierungswerten sind im Einzelfall zu prüfen (z.B. pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit und Sulfat). Der pH-Wert wurde bei der Auswertung in der o.g. Anlage grundsätzlich nicht als einstufigsrelevant angenommen. Die elektrische Leitfähigkeit sowie der Sulfatgehalt wurden bei der Auswertung gemäß EBV berücksichtigt, sind jedoch nur in Ausnahmefällen alleinig einstufigsrelevant.

Generell wird darauf hingewiesen, dass sich aufgrund der Größe des Projektgebietes sowie der angewandten Methodik (statistische Auswertung anhand der substratspezifischen Zuordnung aus der Grundgesamtheit der Analysedaten sowie Annahme charakteristischer Aushubprofile) unscharfe Übergänge bezüglich der räumlichen Verteilung hinsichtlich der Schadstoffgehalte ergeben. Eine Separierung anhand einzelner Schadstoffverbindungen bzw. Elemente ist auf dieser Grundlage vor Ort nicht möglich.

8.4 Abfalltechnische Klassifizierung der Aushubmassen

Mit dem Inkrafttreten der MantelV (/2.3/) wird zur Beurteilung der Eignung von Bodenmaterial und mineralischen Abfällen die Ersatzbaustoffverordnung (EBV, Art. 1 der MantelV) angewandt. Die Einschlägigkeit der EBV bezieht sich explizit auf den Einbau in technische Bauwerke. Die Materialwerte werden jedoch in der Vollzugspraxis oftmals für eine allgemeine Klassifizierung von Aushubmassen angewandt und je nach Anwendungszweck (z.B. Verweis auf BM-0) auch in der BBodSchV aufgegriffen. Das bisher häufig in der Praxis verwandte, von der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall erarbeitete Regelwerk LAGA M 20 /2.5/ entfällt. Im Hinblick auf die Verwertung von Aushub-/Überschussbodenmaterial sind die mineralischen Ersatzbaustoffe „Bodenmaterial BM/Baggergut BG“ und „Recyclingmaterial RC“ maßgeblich.

Neben unterschiedlichen Materialwerten enthält die Ersatzbaustoffverordnung auch die für diese Ersatzbaustoffe gültigen Einbauweisen /2.3/. In der EBV sind dabei u.a. die

„2. Anforderungen an die Probenahme und Untersuchung von nicht aufbereitetem Bodenmaterial und nicht aufbereitetem Baggergut, das ausgehoben oder abgeschoben werden soll,

3. Voraussetzungen, unter denen die Verwendung dieser mineralischen Ersatzbaustoffe insgesamt nicht zu schädlichen Auswirkungen auf Mensch und Umwelt im Sinne des §4 Absatz 1 Nummer 4 letzter Halbsatz des Kreislaufwirtschaftsgesetzes oder des §5 Absatz 1 Nummer 4 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes führt,

4. Anforderungen an den Einbau dieser mineralischen Ersatzbaustoffe in technische Bauwerke sowie

5. Anforderungen an die getrennte Sammlung von mineralischen Abfällen aus technischen Bauwerken.“ geregelt.

Sie gilt u.a. nicht für

„2. Die Verwendung mineralischer Ersatzbaustoffe im Sinne des „2 Nummer 1

- a. auf oder in einer durchwurzelbaren Bodenschicht, auch dann nicht, wenn die durchwurzelbare Bodenschicht im Zusammenhang mit der Errichtung eines technischen Bauwerkes auf- oder eingebracht oder hergestellt wird,
- b. unterhalb oder außerhalb einer durchwurzelbaren Bodenschicht, ausgenommen in technischen Bauwerken,
- c. als Deponieersatzbaustoffe nach Teil 3 der Deponieverordnung,
- d. auf Halden oder in Absetzteichen des Bergbaus,
- e. in bergbaulichen Hohlräumen gemäß Versatzverordnung,
- f. im Deichbau,
- g. in Gewässern“

Bodenmaterial/Baggergut der Materialklasse BM/BG 0 kann aus bodenchemischer Sicht uneingeschränkt verwendet werden, da keine schädlichen Bodenveränderungen zu besorgen sind. Bodenmaterial/Baggergut der Klassen BM/BG-0* und BM/BG-F0* kann in allen technischen Bauwerken gemäß den Einbauweisen der Anlage 2, Tabelle 5 der EBV verwendet werden. Bodenmaterialien/Baggergut, die die Materialwerte der Klassen BM/BG-F3 überschreiten, müssen einer ordnungsgemäßen Verwertung auf einer Deponie oder einer (Vor-) Behandlung in einer Anlage zur Verwertung zugeführt werden. Für eine Verwertung auf einer Deponie werden die Zuordnungswerte der Deponieverordnung (DepV) /2.6/ herangezogen.

Für gefährliche Abfälle (170503*) ist der kommunale Anschluss- und Benutzerzwang zu beachten. Das abfallrechtliche Nachweisverfahren wird auf gefährliche Abfälle beschränkt. Für gefährliche Abfälle ist das elektronische Nachweisverfahren (eANV) zu beachten, d. h., Entsorgungsnachweise, Begleitscheine und Annahmenachweise der Abfälle werden elektronisch ausgestellt und bearbeitet.

8.4.1 Allgemeiner Hinweis zur Einstufung und Klassifizierung von Böden

Die nachfolgende Einstufung nach EBV erfolgt im Sinne einer orientierenden Ausarbeitung für den weiteren Planungsvorgang und zur überschlägigen, abfallrechtlichen Abschätzung in Bezug auf die Entsorgung von potenziellen Aushubmaterialien. Da sich der Verdacht auf erhöhte PCB-Gehalte im Bereich der MP17 nicht bestätigt hat und sich zudem, anhand der durchgeführten Untersuchungen ohne Berücksichtigung der TOC-Gehalte, keine Überschreitung der BM-F3 Materialwerte zeigt, wird bewusst auf eine orientierende Auswertung nach den Zuordnungswerten der Deponieverordnung verzichtet.

Für den Wiedereinbau von Aushubmaterialien im Projektgebiet sind je nach Einbauszenario verschiedene, gesetzliche Vorgaben einschlägig. Neben den abfallrechtlichen Normen sind so auch weitere Anforderungen aus dem Umweltrecht, wie z.B. BBodSchV oder WHG, zu berücksichtigen. Die Anforderungen für das Auf- und Einbringen von Materialien auf oder in bzw. unterhalb oder außerhalb einer durchwurzelbaren Bodenschicht werden beispielsweise in §§ 6-8 der BBodSchV beschrieben. Umlagerungen sind, so auch im Sinne des WHG (Verschlechterungsverbot sowie Zielerreichungsgebot gemäß §§ 27 bzw. 47 WHG mit Ausnahmen nach §§ 31 Abs. 2 bzw. 47 Abs. 3 Satz 1), zulässig, wenn schädliche Veränderungen der bestehenden Situation nicht zu besorgen sind. Neben der Einhaltung entsprechender Material- und Vorsorgewerte, kann dieses Kriterium auch erfüllt werden, „wenn in Gebieten oder räumlich abgegrenzten Industriestandorten mit erhöhten Schadstoffgehalten in Böden Bodenmaterial mit erhöhten Schadstoffgehalten innerhalb des Gebietes oder Standortes umgelagert wird [...]“ (§ 6 Abs. 4 BBodSchV).

Hierzu ist die jeweilige Schadstoffsituation in Vorbereitung auf die Definition und Abgrenzung solcher Gebiete und Bewertungskriterien (z.B. für die Festlegung von Einzelfällen durch zuständige Behörde) mit weiteren Auswertungskriterien (z.B. Ableitung von gebietstypischen Hintergrundgehalten, Abgrenzung lokaler Hot-Spots etc.) zu beschreiben und auszuwerten.

8.4.2 Klassifizierung nach Ersatzbaustoffverordnung /2.3/

Im Folgenden werden die Analyseergebnisse strukturiert und differenziert betrachtet. Die Darstellung erfolgt in den Kategorien (anthropogen beeinflusster) Oberboden, Auffüllungen,

umgelagerter und natürlicher Boden sowie Mergel. Die räumliche Zuordnung kann den Lageplänen im Anhang 1 entnommen werden. Die Bodenmassen beziehen sich ausschließlich auf die in den Abschnitten 1 bis 4 geplante Ersatzau. Der Bodenaushub im Bereich des Waldes wird zu seitlichen Anhöhung eines kleinen Walls verwendet.

Die Tabelle 6 und Tabelle 7 enthalten die anteilmäßigen Materialwert-Zuordnungen gemäß EBV für die untersuchten Mischproben im Bereich von Kilometer 0+000 bis 0+690, sowohl unter Berücksichtigung als auch ohne Berücksichtigung des TOC-Gehalts.

Tabelle 6: Zuordnung der Bodenmassen [m³] anhand der untersuchten Proben nach den Materialwerten der EBV ohne Berücksichtigung des TOC-Gehaltes

Gesamt mit TOC					
	Oberboden (anthropogen überprägter)	Auffüllung	gewachsener Boden	Mergel	Summe
BM-0	-	-	3.305	-	3.305
BM-0*	-	-	-	1.150	1.150
BM-F0*	2.060	-	-	-	2.060
BM-F1	-	-	1.745	-	1.745
BM-F2	-	-	-	-	-
BM-F3	-	160	780	-	940
> BM-F3	-	320	-	-	320
Summe	2.060	480	5.830	1.150	9.520

Die Einstufung der Materialwerte in BM-F3 ist auf die MP12 zurückzuführen. In dieser Mischprobe wurde ein PCB 7 Gehalt von 0,25 mg/kg gemessen wurde. Alle anderen Parameter dieser Mischprobe sind unauffällig und als BM-0 einzustufen.

Tabelle 7: Zuordnung der Bodenmassen [m³] anhand der untersuchten Proben nach den Materialwerten der EBV mit Berücksichtigung des TOC-Gehaltes

Gesamt ohne TOC					
	Oberboden (anthropogen überprägter)	Auffüllung	gewachsener Boden	Mergel	Summe
BM-0	-	-	3.305	-	3.305
BM-0*	2.060	320	-	1.150	3530
BM-F0*	-	-	-	-	-
BM-F1	-	-	1.745	-	1.745
BM-F2	-	-	-	-	-
BM-F3	-	160	780	-	940
> BM-F3	-	-	-	-	-
Summe	2.060	480	5.830	1.150	9.520

Die Tabelle 7 zeigt, dass die Auswirkungen des einstufigsrelevanten TOC-Gehaltes in den (anthropogen überprägten) Oberböden Abweichung von der Einstufung mit Berücksichtigung des TOC-Gehaltes zeigen. Demnach werden die betrachteten Bodenmassen von insgesamt 2.000 m³ von der Materialklasse BM-F0* in die Materialklasse BM-0* eingestuft.

Einige Einstufungen sind auf erhöhte elektrische Leitfähigkeiten zurückzuführen. Ohne Berücksichtigung dieses Parameters würden die rund 950 m³ gewachsenen Bodens, die derzeit als BM-F3-Material klassifiziert sind, in die Materialklasse BM-F0* eingestuft werden.

Für die Beurteilung eines Wiedereinbaus der anfallenden Bodenmassen im Projektgebiet kann Tabelle 7 als orientierende Grundlage herangezogen werden. Dabei wäre zu berücksichtigen, dass natürlich bedingte TOC-Gehalte im vorliegenden Zusammenhang nicht von hoher Relevanz sind. Dem TOC-Gehalt kann in diesem Zusammenhang eher ergänzender Charakter zukommen, sodass dieser für die grundsätzliche Einschätzung der Wiedereinbauverwertung nicht maßgebend ist.

8.5 Überwachungskonzept für die Aushubarbeiten

Generell sind die Aushubarbeiten so zu steuern, dass die Oberböden, Auffüllungen und gewachsenen Bodenmaterialien jeweils separat gewonnen werden. Auch Belastungen sind entsprechend zu separieren.

Zwischenzulagernder Oberboden ist fachgerecht aufzumieten und ggf. einzusäen. Eine detaillierte Beschreibung kann dem Bodenschutzkonzept entnommen werden /1.3/. Dieses sollte zudem als Maßgabe für den schonenden Umgang mit zu schützenden Böden angesehen werden.

Sollten bei der Baumaßnahme geruchlich auffällige Bodenmaterialien und Auffüllungen (z. B. kokereispezifischer Geruch) angetroffen werden, sind diese zu separieren und in Abstimmung mit der örtlichen Bauüberwachung sowie fachgutachterlichen Baubegleitung ggf. in wasserdichte Container zu geben. Nach durchgeführter Deklarationsanalytik wird über die weitere Verwertung und/oder Entsorgung entschieden. Für den Transport solchen Materials wird empfohlen, einen Entsorgungsfachbetrieb einzuschalten. Es ist ein Begleitscheinverfahren mit Entsorgungsnachweis durchzuführen /2.7/.

Das Kreislaufwirtschaftsgesetz KrWG /2.4/ unterscheidet Abfälle zur Verwertung und Abfälle zur Beseitigung. Auf Basis der durchgeführten Untersuchungen gibt es keine Hinweise auf gefährliche Abfälle. Abfälle sind nicht andienungspflichtig (Anschluss- und Benutzerzwang), wenn eine Verwertung technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar ist. Die Verwertungsmöglichkeiten in Verfüllbetrieben, laufenden Maßnahmen, Deponien oder anderen Einrichtungen sind marktabhängig und unterliegen starken Preis- und Mengenschwankungen.

Die zuvor aufgelisteten Maßnahmen sind im Zuge der weiteren Ausführungsplanung zu verifizieren.

8.6 Arbeits- und Immissionsschutz während der Baumaßnahme

Bei den anstehenden Bauarbeiten ist hinsichtlich des Arbeitsschutzes der „Direktkontakt“, d. h. die dermale und/oder orale Aufnahme von Bodenmaterial und Staub von Bedeutung. Die anstehenden Auffüllungen und gewachsenen Böden zeigen überwiegend keine bzw. nur geringe Auffälligkeiten.

Für die geplanten Bauarbeiten ist aufgrund der gemessenen Schadstoffgehalte daher der obligatorische Arbeitsschutz, wie er auf Tiefbaustellen gefordert wird, überwiegend ausreichend.

Bei der Lagerung von Bodenaushub oder Materialien, die im trockenen Zustand Staub entwickeln können, im Bereich der Baustellen oder wenn beim Befahren nicht befestigter Baustellenzufahrten sichtbare Staubemissionen auftreten, sind Maßnahmen vorzusehen, um Staubverwehungen zu vermeiden.

Sollte es je nach Witterungslage zu Staubverwehungen kommen, sind entsprechende Maßnahmen zu ergreifen (Befeuchtung mit Wasserfahrzeugen, Vorhalten und Einsatz von Staubmasken, mindestens FFP2). Die Wirksamkeit dieser Maßnahmen muss auch außerhalb der Betriebszeiten der Baustelle sichergestellt sein. Treten trotz dieser technischen Maßnahmen Staubemissionen auf, sind Halbmasken mit A2P2-Filtern zu verwenden (siehe auch DGUV 101-004 /2.1/).

Die Verschmutzung von Zufahrtstraßen ist weitestgehend zu unterbinden, es sind selbstaufnehmende Kehrmaschinen einzusetzen. Öffentliche Verkehrswege und befestigte Baustellenzufahrten sind mittels Nass-Saug-Kehrwagen bei Erfordernis regelmäßig zu reinigen. Die Reinigung ist zu dokumentieren. Bei sichtbaren Staubabwehungen von Ablagerungen auf den Verkehrswegen ist die Reinigung entsprechend häufig durchzuführen. Dazu ist der zuständigen Überwachungsbehörde darzulegen, dass eine ausreichende Anzahl von Nass-Saug-Kehrwagen zur Verfügung steht.

Mit diesen Maßnahmen kann verhindert werden, dass Staub, an den ggf. erhöhte Konzentrationen an Schwermetallen oder auch Polycyclen anhaftet, mit der Atemluft aufgenommen wird.

Es ist strikt darauf zu achten, dass der obligatorische Arbeitsschutz eingehalten wird. D. h. auch in Pausen und nach Arbeitsende sind Waschräume aufzusuchen und entsprechende Hygienemaßnahmen zu ergreifen. Arbeitskleidung sollte getrennt von der Straßenkleidung aufbewahrt werden.

Ein Auftreten von leichtflüchtigen Schadstoffen in arbeitsmedizinisch relevanten Konzentrationen in der Atemluft während der Baumaßnahme kann zum jetzigen Zeitpunkt wahrscheinlich ausgeschlossen werden.

Nach bisherigem Kenntnisstand sind für den Arbeits- und Immissionsschutz keine besonderen Maßnahmen hinsichtlich DGUV 101-004 „Arbeiten in kontaminierten Bereichen“ /2.1/ erforderlich.

Falls während der Baumaßnahme unerwartet Kontaminationen angetroffen werden, sind nach gutachterlicher Beurteilung ggf. entsprechende Maßnahmen nach DGUV 101-004 /2.1/ zu ergreifen. Für diesen Fall wird empfohlen, einen entsprechenden Arbeitsschutz in der Ausschreibung vorzusehen (z. B. Schwarz-Weiß-Container, Stiefelwaschplatz, Teilmasken A2-P2-Filter (A2P2), gebläseunterstützte Vollmasken mit A3P3-Filter).

Die Angaben sind im Zuge der Ausführungsplanung fortzuschreiben.

9 Schlussbemerkung

Das vorliegende Gutachten wurde auf Grundlage der vorliegenden Planunterlagen erstellt.

Bei einer Änderung der Planung ist die Gültigkeit der hier getroffenen Schlussfolgerungen sowie der Umfang der Baugrunderkundung zu überprüfen.

Die Baumaßnahmen sind in die Geotechnische Kategorie 2 nach DIN EN 1997-1 einzuordnen. Hieraus ergeben sich weitergehende Planungs- und Kontrollpflichten für die Bauausführung (s. DIN EN 1997-1).

Bei etwaigen Planungsänderungen oder für Rückfragen und Erläuterungen stehen wir gerne zur Verfügung.

Trier, den 31.03.2026
TABERG Ingenieure GmbH

gez. i. A. Sebastian Neukirch, B. Sc.

gez. i. A. Dr.-Ing. Stefan Niewert

gez. p. p. a. Dr. rer. nat. Benjamin Schieber