



GFP · Keetmanstraße 39 · 47058 Duisburg

**WBO Wirtschaftsbetriebe
Oberhausen GmbH
Buschhausener Straße 149
46049 Oberhausen**

Ingenieurbüro für Geotechnik
und Umweltplanung GbR

Beratende Ingenieure der
Ingenieurkammer Bau NRW

Geschäftsleitung:
Dipl.-Ing. Youssef Farghaly¹⁾
Dipl.-Geogr. Judith Flieger²⁾
Dr. Lutz Gärtner
Dr. Peter Gehlen
Dipl.-Ing. Olaf Trautner¹⁾

¹⁾ Staatlich anerkannter Sachverständige für
Erd- und Grundbau

²⁾ Öbuv Sachverständige
Bodenschutz/Altlasten

Unser Zeichen	Ihr Zeichen	Projektnummer	Datum
ot/mg		1811.218	28.02.2019
Dipl.- Ing. Olaf Trautner/ Dipl. geogr. Michaela Gehlen/			

**Projekt: Erneuerung der Fahrbahn und der Nebenflächen Hellstraße/Bernensfeld
von Stockstraße bis Nathlandstraße in Oberhausen**

**1. Bericht: Baugrunderkundung; Empfehlungen für den Straßenaufbau; Abfallwirt-
schaftliche Beurteilung von Aushubmaterialien und von Schwarzdecken**

Inhaltsverzeichnis

1.0 Veranlassung/Aufgabenstellung	2
2.0 Einleitung	2
2.1 Baugrundstück	2
2.2 Bauvorhaben	3
2.3 Unterlagen	3
3.0 Baugrund	4
3.1 Umfang der Felduntersuchungen	4
3.2 Bodenmechanische Laborversuche	5
3.3 Baugrundaufbau, bodenmechanische Beschreibung der Schichten	5
3.4 Wasserverhältnisse	9
4.0 Bodenkenngößen	9
4.0 Chemische Untersuchungen	10
4.1 Vorbemerkungen	10
4.2 Untersuchungsergebnisse	12
4.2.1 Asphalt	12
4.2.2 Tragschichten	13
4.2.3 Auffüllungsmaterialien und umgelagerte/gewachsene Böden	15
4.2.4 Ergebnisse der Untersuchungen gemäß Deponieverordnung	17
4.3 Zusammenfassende Darstellung/ Empfehlungen	18
5.0 Hinweise zum Kanal- und Straßenneubau	19
5.1 Homogenbereiche	19
5.2 Erdarbeiten/Baugrubenverbau	20
5.3 Wasserhaltung	21
5.4 Empfehlungen für den Straßenoberbau	21

Dieser Bericht umfasst neben den auf Seite 22 aufgeführten Anlagen 22 Seiten Text.

1.0 Veranlassung/Aufgabenstellung

Die Wirtschaftsbetriebe Oberhausen GmbH (WBO) plant die Erneuerung der Fahrbahn und der Nebenflächen in der „Hellstraße“ und einem Teilstück der Straße „Bernensfeld“ auf einer Strecke von ca. 200 m zwischen der Stockstraße und der Nathlandstraße in Oberhausen.

Das Ingenieurbüro für Geotechnik und Umweltplanung GFP GbR (GFP) wurde von den WBO auf der Grundlage des Angebotes vom 21.11.2018 mit Schreiben vom 05.12.2018 (Bestellnummer: E10/45091096) beauftragt, im Vorfeld der Straßenbaumaßnahme durch eine Baugrunduntersuchung die Untergrund- und Wasserverhältnisse zu erkunden und erste Angaben zu den Entsorgungsmöglichkeiten der zu erwartenden Aushubmaterialien und von Schwarzdecken zu machen. Mit vorliegendem Bericht werden die Ergebnisse dargestellt und bewertet.

2.0 Einleitung

2.1 Baugrundstück

Die zu erneuernden Straßenabschnitte befinden sich im Stadtteil Bernensfeld in der Gemarkung Oberhausen-Borbeck, Flur 1 und umfassen das Flurstück 37 und ein Teilstück des Flurstücks 1396. Der Untersuchungsbereich ist durch eine lockere Wohnbebauung in Form von Mehrfamilien- bzw. Ein- und Zweifamilienhäusern mit Gartenanlagen und versiegelten Hofbereichen geprägt.

Die Hellstraße liegt im östlichen Teil der Baumaßnahme auf einer Höhe von ca. 45,8 m NHN und steigt in Richtung Westen bis zur Straße „Bernensfeld“ auf einer Strecke von ca. 130 m leicht auf bis auf 46,4 mNHN an. Das nach Norden von der Hellstraße abzweigende, ca. 70 m lange Teilstück der Straße Bernensfeld fällt bis zur Kreuzung Nathlandstraße wieder leicht auf ca. 45,7 mNHN ab.

Bezogen auf das jeweilige Koordinatensystem liegt der Koordinateneckpunkt der zu untersuchenden Fläche etwa bei einem Rechts-/ und Hochwert:

Gauß-Krüger-Koordinatensystem (DHDN90): $R \approx {}^{25}61\,781$: $H \approx 57\,04870$

UTM- Koordinatensystem (32. Zone): 353 337 E : 5 704 768 N

2.2 Bauvorhaben

Im Zuge der geplanten Straßenbaumaßnahme sollen die Fahrbahndecke, die Gehwege sowie die Straßenablaufleitungen bis zum Hauptkanal erneuert werden.

Bei dem geplanten Straßenausbau wird der Bereich der Fahrbahn bis 65 cm tief ausgekoffert und entsprechend der geplanten Belastungsklasse Bk3.2 gemäß [12] erneuert.

Die Gehwegbereiche werden 30 cm tief ausgeschachtet und anschließend entsprechend den Vorgaben aus [12] erneuert.

2.3 Unterlagen

Folgende Unterlagen standen für die Bearbeitung zur Verfügung:

- [1] Bezirksregierung Köln, Abteilung 7 / Geobasis NRW: Höheninformationen aus dem Geoviewer des GeoPortals NRW; eingesehen am 16.01.2019
- [2] NABau: DIN 1054, Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau, Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1, Dezember 2010
- [3] NABau: DIN 4094, Baugrund, Felduntersuchungen, Teil 3, Rammsondierungen, Januar 2002
- [4] NABau: DIN 4124, Baugruben und Gräben, Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten, Januar 2012
- [5] NABau: DIN EN ISO 14.688-1, Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Böden, Teil 1, März 2018
- [6] NABau: DIN EN ISO 17892-4, Erkundungen und Untersuchungen – Laborversuche an Bodenproben, Teil 4, Bestimmung der Korngrößenverteilung, April 2017
- [7] NABau: DIN 18.196, Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke, Mai 2011
- [8] VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen, Teil C: DIN 18.300, Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV)-Erdarbeiten, September 2015
- [9] NABau: DIN EN ISO 22.475-1, Geotechnische Erkundung und Untersuchung, Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen, Teil 1, Januar 2007
- [10] NABau: DIN EN ISO 22.476-2, Geotechnische Erkundung und Untersuchung, Felduntersuchungen, Teil 2: Rammsondierungen, März 2012
- [11] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau: ZTV E-StB 09, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Ausgabe 2009
- [12] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Infrastrukturmanagement: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, RStO 12, Ausgabe 2012
- [13] Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen: Merkblatt für die Verfüllung von Leitungsräumen
- [14] Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen: Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen, Blatt 4507 Mülheim an der Ruhr, Maßstab 1:25.000, Krefeld 1986

- [15] Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen: Ingenieurgeologische Karte von Nordrhein-Westfalen, Blatt 4507 Mülheim an der Ruhr, Maßstab 1:25.000, Krefeld 1994
- [16] Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), Nr. 20: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen – Technische Regeln – 5. erweiterte Auflage, Nov. 1997
- [17] RuVa-StB 01 Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbau-asphalt im Straßenbau, herausgegeben von der FGSV, Arbeitsgruppe Asphaltstraßen, Ausgabe 2001/Fassung 2005

3.0 Baugrund

3.1 Umfang der Felduntersuchungen

Zur Erkundung des Baugrundaufbaus und zur abfalltechnischen Beurteilung potenziell anfallender Aushubmaterialien und Schwarzdecken wurden am 17.01.2019 und 18.01.2019 im Bereich des Fahrweges 5 Kleinrammbohrungen (KRB 1-5) gemäß DIN EN ISO 22.475-1 [9], Tabelle 2, Zeile 9, mit Entnahmerohren der Durchmesser 60/40 mm bis in Tiefen von 1,0 m bis 3,0 m abgeteuft. Im Gehwegbereich wurden zwei Handschürfe (HS 1 und HS 2) bis in eine Tiefe von ca. 0,5 m durchgeführt. Die Lage und Aufschlusstiefen der Bohrpunkte und der Handschürfe wurden hierbei bauseits vorgegeben.

Während der Feldarbeiten wurden 5 Bohrkern und 24 gestörte Proben (KRB und Handschürfe) aus den Auffüllungen sowie den gewachsenen Böden entnommen, bodenmechanisch beurteilt und archiviert. Die nicht für chemische oder bodenmechanische Laborversuche ausgewählten Bodenproben werden vertragsgemäß 6 Monate als Rückstellproben eingelagert und anschließend fachgerecht entsorgt, sofern der Auftraggeber keine längerfristige Einlagerung erwünscht.

Zusätzlich wurden zur Bestimmung der Lagerungsdichte/Konsistenz der erbohrten Bodenarten an allen Aufschlusspunkten Rammsondierungen mit der mittelschweren Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2 [10] (DPM 1-7 = Dynamic Probing Medium) bis in Tiefen von 1,0 m bis 3,0 m durchgeführt. Im Zuge der Rammsondierungen mit der mittelschweren Rammsonde wird eine Sondierspitze mit einem Spitzenquerschnitt von 15 cm² mit definierter Rammenergie (Masse des Fallgewichtes: 30 kg; Fallhöhe: 50 cm) in den Boden eingetrieben. Das Ergebnis von Rammsondierungen ist das Maß für den Eindringwiderstand. Es wird in Form der Zahl N₁₀ angegeben, der erforderlichen Zahl der Schläge je 10 cm Eindringung in den Untergrund.

Die Aufschlusspunkte wurden mittels Maßband und Baunivellier nach Lage und Höhe eingemessen. Als Höhenfestpunkt (HFP) diente ein Kanaldeckel vor der Haus Nr. 7, dessen ungefähre Höhe mit KD = 46,1 m NHN aus [1] entnommen wurde.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Einmessung keine ausreichende Genauigkeit für planerische Zwecke besitzt.

Die Lage der Aufschlusspunkte kann dem Lageplan der **Anlage 1** entnommen werden. Die Ergebnisse der Felduntersuchungen sind in Form von Bohrprofilen und Rammdiagrammen in der **Anlage 2** dargestellt. Die im Bereich der Gehwege in Handschürfen festgestellten Bodenschichtungen werden tabellarisch und textlich in Kap. 3.3 beschrieben.

3.2 Bodenmechanische Laborversuche

Zur Klassifizierung der Bodenarten und zur Abschätzung der bodenmechanischen Eigenschaften wurden an den ausgewählten Bodenproben bodenmechanische Laborversuche durchgeführt. Hierzu wurde durch kombinierte Schlämm- und Siebanalyse die Korngrößenverteilung ermittelt.

Tabelle 1: Umfang der bodenmechanischen Laboratoriumsuntersuchungen

Bohrpunkt KRB	Entnahmetiefe [m]	Bodenart	Untersuchungsumfang
1	2,4-3,0 m	Sand, kiesig	Korngrößenverteilung gemäß DIN ISO 17.892-4 [6]
2	2,3-3,0 m	Sand, schwach schluffig, schwach kiesig	
3	1,9-3,0 m	Sand, schwach schluffig, schwach kiesig, schwach tonig	

Die bodenmechanischen Klassifizierungsversuche sind in den **Anlagen 3.1** bis **3.3** aufgeführt.

3.3 Baugrundaufbau, bodenmechanische Beschreibung der Schichten

Gemäß [14] ist im Untersuchungsgebiet abgesehen von künstlichen Veränderungen wie Abgrabungen oder Auffüllungen, die aufgrund der bestehenden Straßen und Bebauungen zu erwarten sind, mit bis zu 4 m mächtigen quartären, z.T. umgelagerten Flugsanden in Form von z.T. schwach schluffigen, graubraunen, graugelben und hellgrauen Fein- bis Mittelsanden zu rechnen. Darunter folgen pleistozäne, glaziale Sedimente (Grundmoräne, Schluff, tonig, meist sandig, z.T. mit Geröllen, graubraun bis grünlich grau).

Nach den Aufschlussergebnissen, die einen stichprobenartigen Charakter besitzen, ist ab Geländeoberkante mit folgendem Bodenaufbau zu rechnen:

Straßenoberbau

Die Fahrbahnbefestigung besteht im Bereich der geplanten Straßenerneuerung aus einer zwischen 0,01 m (KRB 4) und 0,14 m (KRB 1) mächtigen Schwarzdecke. Darunter folgt in der Hellstraße (KRB 1 bis KRB 3) eine ca. 0,20 m bis 0,25 m mächtige Tragschicht aus einer sandigen, grauen Schlacke. Bei KRB 4 und KRB 5, die in der Straße Bermensfeld abgeteuft wurden, besteht die ca. 0,25-0,35 m mächtige Tragschicht aus sandigem Kies mit eingemischtem Betonbruch (KRB 4) bzw. grauem, schwach kiesigem Schotter (KRB 5). Die Gehwege sind mit Gehwegplatten befestigt.

Die Ergebnisse der Rammsondierungen sind für die Beurteilung der Lagerungsdichte der Tragschicht nicht relevant, da diese Bereiche aufgrund der hohen Festigkeit größtenteils vorgebohrt werden mussten und deren Dicke zur Beurteilung mittels Rammsondierungen keine ausreichende Mächtigkeit besitzt. Es ist daher von einer dichten Lagerung mit verkiteter Struktur auszugehen.

Auffüllungen

Unterhalb der Tragschicht wurden mit Ausnahme der KRB 2 in allen Kleinrammbohrungen Auffüllungen festgestellt. In der Straße Bermensfeld bei KRB 5 konnte hierbei der gewachsene Boden aufgrund eines Hindernisses im Untergrund nicht erbohrt werden. Die Bohrung wurde in der Tiefe von 1,0 m unter Straßenoberkante abgebrochen. Bei KRB 4 wurde die Basis der Auffüllungen bis zur bauseits vorgegebenen Bohrendtiefe von 3,0 m ebenfalls nicht erreicht. In der Hellstraße wurden nur geringmächtige Auffüllungen bis ca. 0,8 m (KRB 1) bzw. 1,0 m (KRB 3) unter Straßenoberkante erbohrt.

Die Auffüllungen setzen sich im Bereich der Straße Bermensfeld überwiegend aus umgelagertem Boden in Form von schwach kiesigen bis kiesigen Sanden, bereichsweise mit zwischengeschalteten schluffigen Lagen zusammen, die vermutlich Kanalgrabenverfüllungen darstellen. Bei KRB 5 wurde in sehr geringen Anteilen Bauschutt festgestellt.

Bei KRB 1 (Tiefe 0,3-0,8 m), KRB 3 (Tiefe 0,2-1,0 m) sowie im Handschurf HS 1 wurde unterhalb der Tragschichten/der Gehwegplatten eine Auffüllung aus dunkelgraubraunem bis schwarzbraunem, sandigem Material mit eingemischtem Bergematerial festgestellt.

Die in den bis in eine Tiefe von 0,5 m durchgeführten Handschürfen HS1 und HS2 (siehe Anlage 1) unterhalb der Gehwegplatten festgestellten Auffüllungsmaterialien sind in der folgenden Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Zusammensetzung der Auffüllungen im Gehwegbereich

Probe	Tiefe	Material
HS 1	0,03-0,1 m	<u>Auffüllung Sand</u> kiesig, sehr schwach schluffig, sehr schwach humos, braun
	0,1-0,4 m	<u>Auffüllung Sand</u> Bergematerial, schwarz
	0,4-0,5 m	<u>Auffüllung Sand</u> schwach schluffig, sehr schwach humos, braun
HS 2	0,03-0,5 m	<u>Auffüllung Sand</u> kiesig, schwach schluffig, schwach Kohle/Asche, braun

Nach dem Ergebnis der Rammsondierungen besitzen die körnigen Auffüllungen mit $N_{10} = 2-8$ eine lockere Lagerung. Innerhalb DPM 3 bilden sich die Bergematerial- und Kohlebeimengungen durch erhöhte Eindringwiderstände von $N_{10} = 13-25$ ab, ohne dass damit eine dichtere Lagerung der Auffüllungen verbunden ist.

Gewachsener Boden

In der Straße Bernensfeld wurde bis zur jeweiligen Endteufe von 1,0 m (KRB 5) bzw. 2,0 m (KRB 4) der gewachsene Boden nicht erreicht.

In der Hellstraße folgen unterhalb der Auffüllungen bei KRB 1 und KRB 3 ab 0,8 m/1,0 m bzw. bei der KRB 2 unterhalb der Tragschicht ab 0,3 m gewachsene Böden in Form von schwach schluffigen, vereinzelt kiesigen und bei KRB 2 schwach humosen Sanden.

In der KRB 1 und 2 folgen ab 2,3 m/2,4 m schlufffreie bis schwach schluffige, schwach kiesige bis kiesige Fein- und Mittelsande.

Vereinzelt (KRB 2: 1,6-2,3 m) sind Schluffe eingeschaltet.

Die zuvor beschriebenen, den quartären Flugsanden zuzuordnenden Böden wurden anhand der Bodenproben (KRB 1: 2,4-3,0 m und KRB 2: 2,3-3,0 m) mittels Kornverteilungsanalysen klassifiziert.

Die Körnungslinien (siehe hierzu **Anlage 3.1** und **3.2**) ergaben Feinkorngehalte (Tone und Schluffe mit $d \leq 0,063$ mm) von 4-14,5 M.-%. Der Sandanteil dominiert die Körnungsbänder mit etwa 74-79 M.-% und besteht überwiegend aus Mittelsand. Der Kiesanteil liegt bei ca. 6-22 M.-%. Nach den Ergebnissen der Kornverteilungsanalysen sind die untersuchten Bodenproben als schwach schluffige, schwach kiesige, schwach feinsandige Mittelsande bzw. als schwach feinsandige, grobsandige, kiesige Sande zu charakterisieren. Die Ungleichförmigkeitszahl $C_u [d_{60}/d_{10}]$ beträgt 3,3 bzw. >6 , für die Krümmungszahlen $C_c [d_{30}^2/d_{10} \cdot d_{60}]$ wurden Werte von 0,9/4,6 ermittelt. Damit sind die Fein- und Mittelsande gemäß DIN 18.196 [9], Tabelle 2, als eng gestuft bzw. intermittierend gestuft (SE) bzw. (SI) zu beurteilen.

Die aus der Rückrechnung der Kornverteilungen abgeleiteten Durchlässigkeitsbeiwerte betragen für die schwach schluffige, schwach kiesige, schwach feinsandige Mittelsande $k_f \approx 1 \cdot 10^{-5}$ [m/s] und für die schwach feinsandige, grobsandige, kiesige Sande $k_f \approx 1 \cdot 10^{-4}$ bis $4 \cdot 10^{-4}$ [m/s].

In der KRB 3 wurden ab 1,9 m pleistozäne, glaziale Sedimente (Grundmoräne) in Form von grün-braunen, schwach tonigen, schwach schluffigen, schwach kiesigen Fein- und Mittelsanden erbohrt.

Die eiszeitlichen Ablagerungen wurden anhand der Bodenprobe (KRB 3: 1,9-3,0 m) mittels Kornverteilungsanalyse klassifiziert.

Die Körnungslinie (siehe hierzu **Anlage 3.3**) ergab einen Tongehalt von etwa 11 M.-%. Der Schluffanteil liegt bei 12 M.-%. Der Sandanteil dominiert das Körnungsband mit etwa 64 M.-%. Der Kiesanteil liegt bei ca. 13 M.-%. Nach dem Ergebnis der Kornverteilungsanalyse ist die untersuchte Bodenprobe als schwach toniger, schwach schluffiger, schwach kiesiger Fein- und Mittelsand zu charakterisieren. Die Ungleichförmigkeitszahl $C_u [d_{60}/d_{10}]$ beträgt >6 , für die Krümmungszahl $C_c [d_{30}^2/d_{10} \cdot d_{60}]$ wurde ein Wert von 7,5 ermittelt. Damit sind die eiszeitlichen Ablagerungen gemäß DIN 18.196 [9], Tabelle 2, als intermittierend gestuft (SI) zu beurteilen.

Der aus der Rückrechnung der Kornverteilung abgeleitete Durchlässigkeitsbeiwert beträgt für die eiszeitlichen Ablagerungen $k_f \approx 1 \cdot 10^{-6}$ [m/s].

Nach dem Ergebnis der Rammsondierungen besitzen die schwach schluffigen, schwach kiesigen, schwach feinsandigen Mittelsande mit Eindringwiderständen von $N_{10} = 5-8$ eine lockere bis mitteldichte Lagerungen.

Die schwach feinsandigen, grobsandigen, kiesigen Sande sind aufgrund der Eindringwiderstände von $N_{10} = 15-18$ mitteldicht gelagert.

Die eiszeitlichen Ablagerungen (KRB 3: 1,9-3,0 m) sind mit Eindringwiderständen von $N_{10} = 3-8$ locker bis mitteldicht gelagert.

3.4 Wasserverhältnisse

Während der Bohrarbeiten Mitte Januar wurde in keiner der bis in maximal 3 m Tiefe abgeteuten Bohrungen Grundwasser angetroffen. Jedoch wurde teilweise eine Marmorierung innerhalb der bindigen Schluffe festgestellt, die auf einen zumindest temporären Wassereinfluss hindeutet.

Im näheren Umfeld befinden sich keine Grundwassermessstellen, die öffentlich zugängliche Grundwasserstände bereitstellen. In einer ca. 630 m südlich, auf einer Höhe von 46,81 mNHN gelegenen Grundwassermessstelle H13001 der Stadt Oberhausen wurde im Zeitraum von 1992 bis 2006 ein höchster Grundwasserstand von 43,45 m NHN, entsprechend 3,36 m unter GOK gemessen.

Grundsätzlich ist zu beachten, dass sich innerhalb und auf schluffigen Auffüllungen und schluffigen Bodenarten in unterschiedlichen Tiefen und Bereichen witterungsbedingt Stauwasserzonen bilden können.

4.0 Bodenkenngrößen

Die Bodenkenngrößen beruhen auf den Ergebnissen der Felduntersuchungen, der Laborversuche und auf Erfahrungen. Bei den in der folgenden Tabelle 3 angegebenen Bodenkenngrößen handelt es sich um charakteristische Werte (Index k) gemäß DIN 1054 [2] und somit um Schätzwerte für den Mittelwert der in situ streuenden Parameter:

Tabelle 3: Bodenkenngrößen

Bodenart	Tragschicht (sandige, graue Schlacke/ sandiger Kies mit Betonbruch)	Auffüllung (schwach kiesige bis kiesige Sande, teils mit Schlufflagen und Bergematerial)	schwach schluffige, schwach kiesige, schwach feinsandige Mittelsande/schwach feinsandige, grobsandige, kiesige Sande (Flug- sande)	schwach tonige, schwach schluffige, schwach kiesige Fein- und Mittelsande (eiszeitliche Ablage- rungen)
Feuchtwichte γ [kN/m ³]	18/20-21	18-19	18-19/19	18,5-19,5
Wichte unter Wasser γ' [kN/m ³]	9/11-12	9-10	9-10/11	10-11
Reibungswinkel ϕ_k' [°]	35 ¹	30-33 ¹	33	27,5-30
Kohäsion c_k' [kN/m ²]	0 ¹	0 ¹	0	5-10
Steifemodul bei Erstbelastung $E_{s,k}$ [MN/m ²]	- ²	- ²	30-40/40-60	30-50
Durchlässigkeits- beiwert k_f [m/s] ³	nicht bestimmt	nicht bestimmt	$1 \cdot 10^{-5}/1 \cdot 10^{-4}$ bis $1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-6}$

¹ Wird innerhalb der Auffüllungen durch den Ansatz eines Ersatzreibungswinkels berücksichtigt.

² Wird innerhalb der Auffüllungen aufgrund der Heterogenität nicht angegeben.

³ Die k_f -Werte wurden aus Kornverteilungsanalysen rückgerechnet.

4.0 Chemische Untersuchungen

4.1 Vorbemerkungen

Zur abfalltechnischen Beurteilung potenziell anfallender Aushubmaterialien wurden aus den im Rahmen der Baugrunderkundung entnommenen Proben (siehe hierzu Kap. 3.1) vier charakteristische Mischproben MP 1 bis MP 4 zusammengestellt und gemeinsam mit fünf Einzelproben aus der Schwarzdecke der Agrolab Agrar und Umwelt GmbH zur chemischen Analytik übergeben. Die Auswahl der Proben erfolgte hierbei entsprechend der Materialzusammensetzung und unter Berücksichtigung der zu erwartenden Aushubzusammensetzung.

Die Asphaltproben wurden im Hinblick auf eine spätere Entsorgung als Straßenaufbruch auf ihren Teergehalt (PAK n. EPA) analysiert.

In der folgenden Tabelle 4 sind die Zusammensetzung der Mischproben, die ausgewählten Asphaltproben sowie der Untersuchungsumfang dargestellt.

Tabelle 4: Auswählte Proben für die chemische Analytik

Probe	Zusammensetzung/ Tiefe	Material	Parameter
KRB 1	0-0,06 m	Schwarzdecke	PAK n. EPA
KRB 2	0-0,06 m	Schwarzdecke, Geruch nach Teer	
KRB 3	0-0,01 m	Schwarzdecke, Geruch nach Teer	
KRB 3a	0-0,12 m	Schwarzdecke	
KRB 5	0-0,14 m	Schwarzdeck	
MP 1	KRB 1 (0,06-0,3 m), KRB 2 (0,06-0,3 m), KRB 3 (0,01-0,2 m)	<u>Tragschicht</u> Schlacke, schwach sandig , z.T. schwach schluffig, dunkelgrau bis grau	LAGA-Bauschutt, DepV
MP 2	HS 1 (0,1-0,4 m), HS 2 (0-0,5 m), KRB 1 (0,3-0,8 m), KRB 3 (0,2-1,0 m)	<u>Auffüllung Sand</u> Bergematerial, schwach kiesig bis kiesig, schwach Kohle und Asche, schwarzbraun-graubraun	LAGA M20 Boden Tab.II.1.2-2 und Tab.II.1.2-3 + TOC
MP 3	KRB 1 (0,8-1,8 m), KRB 1 (1,8-2,4 m), KRB 2 (0,3-0,8 m), KRB 2 (0,8-1,0 m), KRB 2 (1,0-2,3 m), KRB 3 (1,0-1,9 m), KRB 4 (0,4-1,3 m), HS 1 (0,4-0,5 m)	<u>gewachsene und umgelagerte Böden</u> Sand, schwach schluffig schluffig, hellbraun, marmoriert Sand, schwach kiesig bis kiesig, z.T. schwach humos, hellbraun/braun	LAGA M20 Boden Tab.II.1.2-2 und Tab.II.1.2-3 + TOC
MP 4	KRB 4 (0,01-0,4 m), KRB 5 (0,14-0,3 m)	<u>Tragschicht</u> Schotter, schwach kiesig und Kies, sandig, schwach Beton, graubraun	LAGA-Bauschutt

In der Mischprobe MP 1 werden die Tragschichtmaterialien aus einer sandigen, grauen Schlacke der KRB 1 bis KRB 3 erfasst (siehe Tabelle 4). Die MP 2 wurde aus punktuell festgestellten, fremdstoffhaltigen Auffüllungsmaterialien zusammengestellt.

Die Mischprobe MP 3 repräsentiert die umgelagerten oder natürlich anstehenden Böden ohne oder mit nur sehr geringen Anteilen an Fremd Beimengungen.

In der Mischprobe MP 4 werden die Tragschichtmaterialien der in der Straße Bermensfeld abgeteufte KRB 4 und KRB 5 untersucht.

Die Analytik der Mischproben MP 2 und 3 erfolgte im Hinblick auf die Parameter der LAGA-Mitteilung M 20 (1997): „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von Reststoffen/Abfällen Technische Regeln“, Böden (Z0 - Z2) gemäß Tab. II.1.2-2 und II.1.2-3. Die Mischproben wurden auch auf ihren Gehalt an organischer Substanz (TOC) untersucht, um ergänzend eine Bewertung gemäß LAGA (2004) durchführen zu können.

Die Analytik und Bewertung der Mischproben MP 1 und 4 aus Tragschichtmaterialien erfolgte aufgrund eines Fremdanteils > 10 Vol. % entsprechend dem Parameterumfang der LAGA-Mitteilung: „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von Reststoffen/Abfällen Technische

Regeln", Recyclingbaustoffe/ nicht aufbereiteter Bauschutt gemäß Tab. II.1.4-5 und II.1.4-6. Die LAGA-Bauschutt sieht für Metalle in der Originalsubstanz außer den Z0-Werten keine weiteren Zuordnungswerte vor, weshalb hierfür die Werte der LAGA-Boden herangezogen werden. Dies hat sich in der Entsorgungspraxis durchgesetzt.

Die Prüfberichte der Agrolab Agrar und Umwelt GmbH ist dem Bericht in der **Anlage 4** beigelegt.

4.2 Untersuchungsergebnisse

4.2.1 Asphalt

In der folgenden Tabelle 5 sind die Gehalte an PAK n. EPA der untersuchten Asphaltproben dargestellt und gemäß RuVA-StB 01 bewertet.

Tabelle 5: PAK-Gehalte n. EPA (Feststoff) der untersuchten Asphaltproben

Probe	Schichtbezeichnung	PAK n. EPA [mg/kg]	Benzo(a)pyren [mg/kg]	Bewertung gemäß RuVA-StB 01 (PAK)
KRB 1 (0-0,06 m)	Asphaltdeckschicht	890	53	teerhaltig
KRB 2 (0-0,06 m)	Asphaltdeckschicht	1.200	65	teerhaltig
KRB 3 (0-0,01 m)	Asphaltdeckschicht	3.300	150	teerhaltig
KRB 3a (0-0,12 m)	Asphaltdeckschicht	4,5	<0,25	nicht teerhaltig
KRB 5 (0-0,14 m)	Asphaltdeckschicht	98	4,8	teerhaltig

Die in der Hellstraße und im untersuchten Bereich der Straße Bernensfeld vorhandene Oberflächenbefestigung aus Asphaltdecken wurde stichprobenhaft anhand von fünf Proben im Hinblick auf eine Entsorgung als Straßenaufbruch auf ihren Teergehalt (PAK n. EPA) analysiert. Als für die Entsorgung maßgeblicher Wert wird hierbei üblicherweise ein PAK-Gehalt von 25 mg/kg gemäß RuVA-StB 01 zugrunde gelegt, um eine Differenzierung in teerhaltiges und nicht teerhaltiges Material vorzunehmen.

In den untersuchten Asphaltproben wurden mit Ausnahme eines bereits bei KRB 3 erneuerten Straßenbereichs (Probe KRB 3a: 4,8 mg/kg PAK n. EPA) z.T. stark erhöhte Gehalte an PAK n. EPA zwischen 98 mg/kg und 3.300 mg/kg ermittelt, die zu einer Einstufung als teerhaltiger Straßenaufbruch führen. Die bei KRB 2 und KRB 3 vorhandene Asphaltdecke über-

schreitet den gefahrstoffrechtlich relevanten Gehalt von 1.000 mg/kg PAK n. EPA. Bei den Asphaltproben von KRB 1, KRB 2 und KRB 3 wird zudem der ebenfalls gefahrstoffrechtlich relevante Wert von 50 mg/kg Benzo(a)pyren) überschritten. Daher ist dieses Material als gefährlicher Abfall unter der Abfallschlüsselnummer 17 03 01* fachgerecht zu entsorgen. Für die beiden verbleibenden Proben findet die Abfallschlüsselnummer 17 03 02 Anwendung.

4.2.2 Tragschichten

In den folgenden Tabellen 6 und 7 sind die Untersuchungsergebnisse der Mischproben MP 1 und MP 4 aus Tragschichtmaterialien den Zuordnungswerten der LAGA-Bauschutt gegenübergestellt. Die für die Einstufung relevanten Schadstoffgehalte sind **fett** dargestellt.

Tabelle 6: Schadstoffgehalte der Mischproben MP 1 und MP 4 (Feststoff) aus Tragschichtmaterialien im Vergleich zu den Zuordnungswerten der LAGA Bauschutt/Gemische

Parameter		MP 1	MP 4	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
EOX	mg/kg	<1	<1	1	3	5	10
KW	mg/kg	<50	120	100	300	500	1.000
PAK n. EPA	mg/kg	250	59	1	5	15	75
PCB	mg/kg	n.b.	n.b.	0,02	0,1	0,5	1,0
Arsen	mg/kg	6	6	20	30	50	(150)
Blei	mg/kg	41	67	100	200	300	(1.000)
Cadmium	mg/kg	0,16	0,19	0,6	1	3	(10)
Chrom	mg/kg	60	83	50	100	200	(600)
Kupfer	mg/kg	41	46	40	100	200	(600)
Nickel	mg/kg	78	85	40	100	200	(600)
Quecksilber	mg/kg	<0,02	<0,02	0,3	1	3	(10)
Zink	mg/kg	172	331	120	300	500	(1.500)

Bei Überschreitung der Zuordnungswerte Z0 nach LAGA „Bauschutt“ gelten die weiteren Zuordnungswerte der LAGA „Boden“, die in der Tabelle grau unterlegt sind; in der Praxis werden zudem bei den Metallen die Z2-Werte der LAGA „Boden“ herangezogen, die in der Tabelle in Klammern angegeben sind.

n.b.: nicht berechenbar, da zur Summenbildung nur Werte oberhalb der Bestimmungsgrenze verwendet werden

Tabelle 7: Schadstoffgehalte der Mischproben MP 1 und MP 4 (Eluat) aus Tragschichtmaterialien im Vergleich zu den Zuordnungswerten der LAGA Bauschutt/Gemische

Parameter		MP 1	MP 4	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert		10,7	9,8	7-12,5			
elektr. Leitf.	µS/cm	215	110	500	1.500	2.500	3.000
Chlorid	mg/l	<1,0	1,4	10	20	40	150
Sulfat	mg/l	7,1	18	50	150	300	600
Phenolindex	µg/l	<8	<8	<10	10	50	100
Arsen	µg/l	5	3	10	10	40	50
Blei	µg/l	<7	<7	20	40	100	100
Cadmium	µg/l	<0,5	<0,5	2	2	5	5
Chrom	µg/l	<5	<5	15	30	75	100
Kupfer	µg/l	14	<14	50	50	150	200
Nickel	µg/l	<14	<14	40	50	100	100
Quecksilber	µg/l	<0,2	<0,2	0,2	0,2	1	2
Zink	µg/l	50	<50	100	100	300	400

In der Mischprobe MP 1 aus dem Tragschichtmaterial der KRB 1 bis KRB 3 wurde ein erhöhter Gehalt an PAK n. EPA von 250 mg/kg deutlich oberhalb des Zuordnungswertes Z 2 der LAGA-Bauschutt von 75 mg/kg festgestellt. Dieses Material ist im Sinne der LAGA nicht mehr für eine Wiederverwertung geeignet. Hier ist grundsätzlich eine Verwertung als teerhaltiger Straßenaufbruch zusammen mit den Schwarzdecken denkbar. Sollte dies nicht möglich sein, ist dieses Material zu deponieren. Daher wurden an der MP 1 weitergehende Untersuchungen gemäß Deponieverordnung durchgeführt, deren Ergebnisse in Kap. 4.2.4 dargestellt werden.

Entscheidend für die Einstufung der in der Mischprobe MP 4 erfassten Tragschichtmaterialien der in der Straße Bermensfeld abgeteufte KRB 4 und KRB 5 ist ebenfalls ein erhöhter Gehalt an PAK n. EPA von 59 mg/kg, der den Zuordnungswert Z 1.2 der LAGA-Bauschutt von 15 mg/kg überschreitet. Der Zuordnungswert Z 2 von 75 mg/kg wird jedoch eingehalten, so dass diese Materialien in die Einbauklasse 2 (Zuordnungswert Z 2) gemäß LAGA-Bauschutt einzustufen sind und entsprechend der Vorgaben der LAGA einer Verwertung zugeführt werden können.

4.2.3 Auffüllungsmaterialien und umgelagerte/gewachsene Böden

In den folgenden Tabellen 8 und 9 sind die Analysenergebnisse der Mischproben MP 2 und MP 3 den Zuordnungswerten der LAGA-Böden (1997) gegenübergestellt.

Tabelle 8: Schadstoffgehalte der Mischproben MP 2 und MP 3 (Feststoff) im Vergleich zu den Zuordnungswerten für Böden (LAGA 1997)

Parameter		MP 2	MP 3	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert	-	7,4	7,2	5,5-8	5,5-8	5-9	-
EOX	mg/kg	<1,0	1,6	1	3	10	15
KW-Index	mg/kg	<50	<50	100	300	500	1.000
BTEX	mg/kg	n.b.	n.b.	< 1	1	3	5
LHKW	mg/kg	n.b.	n.b.	< 1	1	3	5
PAK n. EPA	mg/kg	170	4	1	5	15	20
PCB ₆	mg/kg	n.b.	n.b.	0,02	0,1	0,5	1
Arsen	mg/kg	14	8	20	30	50	150
Blei	mg/kg	105	19	100	200	300	1.000
Cadmium	mg/kg	0,97	0,13	0,6	1	3	10
Chrom (ges.)	mg/kg	25	17	50	100	200	600
Kupfer	mg/kg	64	11	40	100	200	600
Nickel	mg/kg	31	15	40	100	200	600
Quecksilber	mg/kg	0,17	0,021	0,3	1	3	10
Thallium	mg/kg	0,3	0,1	0,5	1	3	10
Zink	mg/kg	321	42	120	300	500	1.500
Cyanide (ges.)	mg/kg	0,37	<0,3	1	10	30	100
TOC	%	14	0,36	-	-	-	-

n.b.: nicht berechenbar, da zur Summenbildung nur Werte oberhalb der Bestimmungsgrenze verwendet werden

Tabelle 9: Schadstoffgehalte der Mischproben MP 2 und MP 3 (Eluat) im Vergleich zu den Zuordnungswerten für Boden (LAGA 1997)

Parameter		MP 2	MP 3	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert		8,2	8,4	6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12
elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	51	43	500	500	1.000	1.500
Chlorid	mg/l	<1,0	<1,0	10	10	20	30
Sulfat	mg/l	3,4	2,9	50	50	100	150
Cyanid (ges.)	µg/l	<5	<5	<10	10	50	100
Phenolindex	µg/l	<8	<8	<10	10	50	100
Arsen	µg/l	3	<1	10	10	40	60
Blei	µg/l	<7	<7	20	40	100	200
Cadmium	µg/l	<0,5	<0,5	2	2	5	10
Chrom (ges.)	µg/l	<5	<5	15	30	75	150
Kupfer	µg/l	<14	<14	50	50	150	300
Nickel	µg/l	<14	<14	40	50	150	200
Quecksilber	µg/l	<0,2	<0,2	0,2	0,2	1	2
Thallium	µg/l	<0,2	<0,2	<1	1	3	5
Zink	µg/l	<50	<50	100	100	300	600

Entscheidend für die Einstufung der in der Mischprobe MP 3 erfassten sandigen Auffüllungsmaterialien mit eingemischtem Bergematerial, Asche und Kohle ist ein deutlich erhöhter Gehalt an PAK n. EPA von 170 mg/kg, der den Zuordnungswert Z 2 der LAGA-Boden (1997) von 20 mg/kg deutlich überschreitet. Auch diese Materialien sind im Sinne der LAGA M 20 nicht mehr für eine Verwertung geeignet und müssen deponiert werden. Die Ergebnisse der daraufhin veranlassten Untersuchungen gemäß Deponieverordnung sind ebenfalls dem folgenden Kap. 4.2.4 zu entnehmen.

In der Mischprobe MP 3 aus nahezu fremdstofffreiem, umgelagerten Boden und anstehendem Boden wurden leicht erhöhte Gehalte an EOX von 1,6 mg/kg und PAK n. EPA von 4 mg/kg festgestellt. Der jeweilige Zuordnungswert Z 0 der LAGA-Boden (1997) wird überschritten, die entsprechenden Zuordnungswerte Z 1.1 werden jedoch eingehalten, so dass diese Materialien in die Einbauklasse 1 (Zuordnungswert Z 1.1) einzustufen sind.

Für den Fall, dass anfallender Aushub an eine Anlage verbracht wird, die eine Zulassung für die Annahme von Materialien gemäß LAGA-Boden (2004) besitzt, erfolgt ergänzend auch eine kurze diesbezügliche Einstufung der Untersuchungsergebnisse. Im Gegensatz zur LAGA-Boden (1997) sind bei der **LAGA-Boden (2004)** die bodenartspezifische Zuordnung sowie der Gehalt an organischem Kohlenstoff (TOC) für die Einstufung relevant. Im Falle einer Entsorgung gemäß LAGA-Boden (2004) sind die Materialien der Mischprobe MP 2 aufgrund des erhöhten Gehaltes an PAK n. EPA und des TOCs ebenfalls einer Deponierung

zuzuführen. Die Mischprobe MP 3 ist aufgrund der erhöhte Gehalte an PAK und EOX in die Einbauklasse 1 (Zuordnungswert **Z 1**) gemäß LAGA-Boden (2004) einzustufen.

4.2.4 Ergebnisse der Untersuchungen gemäß Deponieverordnung

In der folgenden Tabelle 10 sind die Ergebnisse der an den Mischproben MP 1 und MP 2 durchgeführten Untersuchungen den Zuordnungswerten der Deponieverordnung gegenübergestellt.

Tabelle 10: Untersuchungsergebnisse der Mischproben MP 1 und MP 2 im Vergleich zu den Zuordnungswerten DK I bis DK III gemäß Deponieverordnung (2012)

Parameter	Einheit	MP 1	MP 2	DK I	DK II	DK III
bez. A.. d. Trockenrückstand						
Glühverlust	%	1,5	20	3*	5*	10*
TOC	%	1,1	14	1*	3*	6*
Feststoffkriterien						
extr. lipophile Stoffe	%	0,1	0,15	0,4	0,8	4
Brennwert	kJ/kg	<500	2690	(6.000)	(6.000)	(6.000)
Eluatkriterien						
pH-Wert	-	10,7	8,2	5,5-13	5,5-13	4,0-13,0
DOC	mg/l	<10	<10	50	80	100
Phenole	mg/l	<0,008	<0,008	0,2	50	100
Arsen	mg/l	0,005	0,003	0,2	0,2	2,5
Blei	mg/l	<0,007	<0,007	0,2	1	5
Cadmium	mg/l	<0,0005	<0,0005	0,05	0,1	0,5
Kupfer	mg/l	<0,014	<0,014	1	5	10
Nickel	mg/l	<0,014	<0,014	0,2	1	4
Quecksilber	mg/l	<0,0002	<0,0002	0,005	0,02	0,2
Zink	mg/l	<0,05	<0,05	2	5	20
Chlorid	mg/l	<1,0	<1,0	1.500	1.500	2.500
Sulfat	mg/l	7,1	3,4	2.000	2.000	5.000
Cyanid, l fr.	mg/l	<0,005	<0,005	0,1	0,5	1
Fluorid	mg/l	1,1	1,2	5	15	50
Barium	mg/l	0,01	0,02	5	10	30
Chrom ges.	mg/l	<0,005	<0,005	0,3	1	7
Molybdän	mg/l	<0,01	<0,01	0,3	1	3
Antimon	mg/l	0,001	0,001	0,03	0,07	0,5
Selen	mg/l	<0,005	<0,0002	0,03	0,05	0,7
Ges.-Gehalt gelöste Feststoffe	mg/l	26,0	42,0	3.000	6.000	10.000
Biologische Parameter						
AT 4	mg O ₂ /g TS	<0,5	<0,5			

*Überschreitungen des TOC und des Glühverlustes sind mit Zustimmung der zuständigen Behörde zulässig, wenn die Überschreitungen des TOC und des Glühverlustes durch elementaren Kohlenstoff verursacht werden oder wenn

- die biologische Abbaubarkeit des Trockenrückstandes der Originalsubstanz von 5 mg/g (bestimmt als Atmungsaktivität AT₄) unterschritten wird.

-der Brennwert von 6.000 kJ/kg nicht überschritten wird.

**Benzol, Toluol, Ethylbenzol, o-,m-,p-Xylol, Styrol, Cumol

In der Mischprobe MP 1 werden mit Ausnahme des TOCs bei allen Parametern die Zuordnungswerte der Deponieklasse I eingehalten. In der Mischprobe MP 2 überschreiten sowohl der TOC-Gehalt als auch der Glühverlust die Zuordnungswerte der Deponieklasse III.

Überschreitungen der genannten Parameter sind mit Zustimmung der zuständigen Behörde zulässig, wenn sie auf schwer abbaubare Stoffe zurückzuführen sind. Analytisch ist hierbei gemäß DepV (2012) nachzuweisen, dass der Brennwert nicht über 6.000 kJ/kg und die biologische Abbaubarkeit des Trockenrückstandes der Originalsubstanz unterhalb von 5 mg/g TS (bestimmt als Atmungsaktivität AT_4) liegen. Untersuchungen zur Atmungsaktivität sind hierbei nur bei pH-Werten in einer Spanne von 6,8 bis pH 8,2 zulässig.

Die Mischprobe MP 1 weist einen pH-Wert von 10,2 auf, so dass die Untersuchungsergebnisse zur Atmungsaktivität nicht für die Einstufung herangezogen werden können. Somit sind die in dieser Mischprobe erfassten Tragschichtmaterialien in die Deponieklasse II einzustufen.

In der Mischprobe MP 2 unterschreitet der Brennwert mit 2.690 kJ/kg den zulässigen Wert der Deponieverordnung (2012) von 6.000 kJ/kg deutlich. Zudem liegt die als Atmungsaktivität bestimmte biologische Abbaubarkeit, bei einem regelkonformen pH-Wert von 8,2, unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,5 mg O_2 /g TS. Somit können die in dieser Mischprobe charakterisierten Auffüllungsmaterialien mit Zustimmung der zuständigen Behörde als DK I-Materialien einer externen Entsorgung zugeführt werden.

4.3 Zusammenfassende Darstellung/ Empfehlungen

Das Aushubmaterial ist nach dem Kreislaufwirtschaftsgesetz entsprechend seiner Eignung in den Stoffkreislauf zurückzuführen und nach Möglichkeit wieder zu verwenden. Auf der Basis der durchgeführten stichprobenhaften Untersuchungen sind die im Zuge der Straßenerneuerung/Kanalbaumaßnahme in der Hellstraße/Bernensfeld potenziell anfallenden Materialien in unterschiedlichem Umfang für eine Wiederverwertung geeignet. In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der stichprobenhaft durchgeführten Untersuchungen zusammenfassend aufgelistet.

Tabelle 11: Abfallwirtschaftliche Einstufung

Probe	Zusammensetzung/ Tiefe	Material	Einstufung gemäß LAGA/ RuVA	AVV**
KRB 1	0-0,06 m	Schwarzdecke	teerhaltig	17 03 01*
KRB 2	0-0,06 m	Schwarzdecke, Geruch nach Teer	teerhaltig	17 03 01*
KRB 3	0-0,01 m	Schwarzdecke, Geruch nach Teer	teerhaltig	17 03 01*
KRB 3a	0-0,12 m	Schwarzdecke	nicht teerhaltig	17 03 02
KRB 5	0-0,14 m	Schwarzdecke	teerhaltig	17 03 02
MP 1	KRB 1 (0,06-0,3 m), KRB 2 (0,06-0,3 m), KRB 3 (0,01-0,2 m)	Tragschicht Schlacke, schwach sandig , z.T. schwach schluffig, dunkel- grau bis grau	> Z2 LAGA M20 Bauschutt / DK II	17 05 04
MP 2	HS 1 (0,1-0,4 m), HS 2 (0-0,5 m), KRB 1 (0,3-0,8 m), KRB 3 (0,2-1,0 m)	Auffüllung Sand Bergematerial, schwach kiesig bis kiesig, schwach Kohle und Asche, schwarzbraun-grau- braun	>Z2 LAGA M20 Boden (1997/2004) / DK I	17 05 04
MP 3	KRB 1 (0,8-1,8 m), KRB 1 (1,8-2,4 m), KRB 2 (0,3-0,8 m), KRB 2 (0,8-1,0 m), KRB 2 (1,0-2,3 m), KRB 3 (1,0-1,9 m), KRB 4 (0,4-1,3 m), HS 1 (0,4-0,5 m)	<u>gewachsene und umgelagerte Böden</u> Sand, schwach schluffig schluffig, hellbraun, marmoriert Sand, schwach kiesig bis kie- sig, z.T. schwach humos, hell- braun/braun	Z 1.1 LAGA M20 Boden (1997)/ Z 1 LAGA M20 Bo- den (2004)	17 04 04
MP 4	KRB 4 (0,01-0,4 m), KRB 5 (0,14-0,3 m)	Tragschicht Schotter, schwach kiesig und Kies, sandig, schwach Beton, grbn	Z2 LAGA M20 Bauschutt	17 04 04

gemäß Abfallverzeichnisverordnung ist Straßenaufbruch ab einem PAK-Gehalt n. EPA > 1.000 mg/kg oder Benzo(a)pyren >50 mg/kg der Abfallschlüsselnummer 17 03 01 zuzuordnen. Ansonsten findet die Abfallschlüsselnummer 17 03 02 Anwendung

5.0 Hinweise zum Kanal- und Straßenneubau

5.1 Homogenbereiche

Gemäß der VOB, Teil C, DIN 18.300 (siehe [8]), sind die Böden nach Homogenbereichen zu charakterisieren.

Die einzelnen Eigenschaften in der nachfolgenden Tabelle 12 sind aus den Ergebnissen der Felduntersuchungen und den durchgeführten bodenmechanischen Laborversuchen abgeleitet.

Die Homogenbereiche wurden derzeit unabhängig von dem geplanten Arbeitsablauf und den eingesetzten Geräten erarbeitet, da diese zum Zeitpunkt der Berichterstellung noch nicht bekannt waren.

Im Zuge der Ausschreibung sind die Homogenbereiche vom Planer unter Berücksichtigung des geplanten Bauablaufes und der gewählten Baugeräte anzupassen.

Tabelle 12: Eigenschaften/ Kennwerte der Homogenbereiche für Erdarbeiten gemäß DIN 18.300 [11] („kleiner Erdbau GK 1“)

Nr.	Kennwert/ Eigenschaft	Homogenbereich			
		A1	A2	B1	B2
-	Bezeichnung	Tragschicht (sandige, graue Schlacke/ sandiger Kies mit Betonbruch)	Auffüllung (schwach kiesige bis kiesige Sande, teils mit Schlufflagen und Bergematerial)	schwach schluffige, schwach kiesige, schwach feinsandige Mittelsande/ schwach feinsandige, grobsandige, kiesige Sande (Flugsande)	schwach tonige, schwach schluffige, schwach kiesige Fein- und Mittelsande (eiszeitliche Ablagerungen)
-	ca. bis Tiefe unter GOK	0,2 / 0,4 m	0,3 m / 2,0 m	3,0 m	3,0 m
2a, 2b	Anteil Steine, Blöcke	0-10 %	0-10 %	0 %	0-10 %
2c	Anteil große Blöcke	0 %	0 %	0 %	0 %
9	Konsistenz	-1	-1	-1	-1
11	Plastizität	-1	-1	-1	-1
14	Lagerungsdichte ³	nicht bestimmt	0,28-0,42	0,35-0,42/0,50-0,55	0,22-0,40
20	Bodengruppe nach DIN 18.196	A [GW]	A [SW, SU, SE]	SI, SE	GU, GT, SU, ST, GU* SU*, ST*, UM, UL
21	Ortsübliche Bezeichnung	Auffüllungen	Auffüllungen	Quartäre Flugsande	Eiszeitliche Ablagerungen
22	Umwelttechnische Eigenschaften	> Z2 LAGA M20 Bauschutt / DK II und Z2 LAGA-Bauschutt	>Z2 LAGA Boden (1997/2004) / DK I	Z 1.1/ Z 1 (LAGA-Boden, 1997/2004)	Z 1.1/ Z 1 (LAGA-Boden, 1997/2004)

¹ Nicht bestimmbar, da kein bindiger Boden.

² Nicht bestimmbar, da kein körniger Boden.

³ Die Lagerungsdichte ρ_D wurde aus den Ergebnissen der Rammsondierungen nach [9] abgeschätzt

5.2 Erdarbeiten/Baugrubenverbau

Im Rahmen der hier vorgestellten Baumaßnahme beschränken sich die Erdarbeiten auf den Abtrag der alten Tragschicht im Straßen- und Gehwegbereich sowie auf die Schachtungsarbeiten zum Anschluss der Straßenablaufleitungen an der Hauptkanal.

Diese können mit einem Greifwerkzeug nach Wahl des Unternehmers ausgeführt werden.

Im Rahmen der Baumaßnahme sind die Schachtungen zum Anschluss der Straßenabflüsse an den Hauptkanal entsprechend den Vorgaben der DIN 4124 [4] ab Tiefen von 1,75 m verbaut auszuführen.

Je nach Tiefe und Größe kommen hier vermutlich Kanaldielen oder Spunddielen zur Herstellung kleinflächiger Verbaukästen infrage.

Nach den Aufschlussergebnissen ist nicht mit Grund- oder Schichtenwasser zu rechnen. Daher können wasserdurchlässige Verbausysteme verwendet werden. Sie müssen den Anforderungen der Untergrundverhältnisse Rechnung tragen und den Randbedingungen und Arbeitsweisen der DIN 4124 [4] entsprechen.

Es ist darauf zu achten, dass die Verbauunterkante mindestens bis zum Bodenaushub reicht. Darüber hinaus sind zudem die Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB) zu beachten.

Unter der Annahme einer Vollsperrung des jeweiligen Arbeitsabschnittes für den Verkehr kann zur Bemessung der aktive Erddruck mit folgenden, über die Höhe des Verbaus vereinfachend einheitlichen charakteristischen Bodenkenngößen angesetzt werden:

Feuchtwichte $g = 19 \text{ kN/m}^3$; **Kohäsion** $c_k = 0 \text{ kN/m}^2$; **Ersatzreibungswinkel** $\varphi_{s,k} = 33^\circ$

Im Einflussbereich von Verkehrsflächen (auch von Baustellenverkehr) ist für den Verbau ein erhöhter aktiver Erddruck mit einem Erdruhedruckanteil von 50 % nach der Formel $E_{a,erh} = \frac{1}{2} (E_a + E_o)$ zu berücksichtigen.

5.3 Wasserhaltung

Nach derzeitigem Kenntnisstand sind keine Wasserhaltungsmaßnahmen für die Bauzeit notwendig. Jedoch ist anzutreffendes Oberflächenwasser, ggf. Schichtenwasser, innerhalb der Baugrubenverbauten zum Anschluss der Straßenabflüsse an den Hauptkanal mittels offener Wasserhaltung zu fassen und abzuführen.

5.4 Empfehlungen für den Straßenoberbau

Die Bohrerergebnisse haben gezeigt, dass sowohl der vorhandene Straßenoberbau hinsichtlich der Schichtstärke als auch der Materialeigenschaften gemäß RStO 12 [12] nicht dem

aktuell gültigen Regelwerk entspricht. Nach Angaben der WBO wird von einer Belastungsklasse Bk3,2 gemäß RStO 12 ausgegangen.

Nach Tabelle 6 und 7 [12] ergibt sich eine Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus von 60 cm. Für eine Bauweise mit Asphaltdecke für Fahrbahnen auf F3- Untergrund ergibt sich für einen Straßenoberbau mit Asphalttragschicht, Schottertragschicht und Frostschutzschicht folgender Aufbau (Tafel 1, Zeile 3):

Tabelle 12: Bauweise mit Asphaltdecke für Fahrbahnen auf F3-Untergrund

Bauweise mit Asphaltdecke	Dicke der Einzelschichten [cm]	Verdichtungsanforderungen auf der Schichtoberfläche
		E_{v2} [MN/m ²]
Asphaltdeckschicht	10	1
Asphalttragschicht	10	1
Schottertragschicht	15	150
Frostschutzschicht	25	120
Untergrund/Unterlage	-	45
Summe:	60	

¹ entfällt.

Die Verdichtungsanforderungen werden mit Hilfe von Plattendruckversuchen mit der statischen Lastplatte gemäß DIN 18.134 nachgewiesen.

- Trautner -

- M. Gehlen -

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Lageplan, Lage der Aufschlusspunkte, Maßstab 1:1.000
- Anlage 2: Bohrprofile KRB 1-KRB 5 und Rammdiagramme DPM 1-DPM 5
- Anlage 3.1-3.3: Körnungslinien
- Anlage 4: Prüfberichte der Agrolab Agrar und Umwelt GmbH

Verteiler

WBO Wirtschaftsbetriebe Oberhausen GmbH (3x, vorab per E-Mail)