Gutachten Nr.: 21-4728-02

Projekt: **Stadtbahn Linie 4**
Sichtschutzwall
in Bielefeld

Untersuchungs-auftrag: **Erweiterte Bestandsuntersuchung und Substanzbewertung**

Auftraggeber: **Bielefelder Beteiligungs- und Vermögensverwaltungs-GmbH**
Jahnplatz 5
33602 Bielefeld

Dieses Gutachten enthält 40 Seiten Text und 138 Blatt Anlagen.

Prüfberichte und Gutachten dürfen grundsätzlich nur ungekürzt vervielfältigt werden.
Die auszugsweise Wiedergabe und jede Veröffentlichung bedarf unserer schriftlichen Zustimmung.

Dortmund, 17. Dezember 2021

Sachbearbeiter: Dipl. Lök. N. Kosfeld, I. Stewen, M.Sc.,
Dipl. Ing. B. Dietrich, K. Schauerte, M.Eng.

INGENIEURGRUPPE PTM

- ASPHALTPRÜFSTELLE
- BAUSTOFFPRÜFUNGEN
- BAUGRUND
- GEOTECHNIK
- GEORADAR
- ZERSTÖRUNGSFREIE MESSUNGEN
- ERDBAULABORATORIUM
- ALTLASTEN
- DEPONIEWESEN
- FACHBAULEITUNGEN
- FACHPLANUNGEN
- ROHSTOFFGEOLOGIE
- HYDROGEOLOGIE
- FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG
- SEMINARE UND SCHULUNGEN

INGENIEURGESELLSCHAFT PTM DORTMUND MBH

frische luft 155
44319 dortmund
telefon: 0231/92 71210
fax: 0231/92 712122
e-mail: dortmund@ptm.net
internet: www.ptm.net

geschäftsführung:
sarah mörchen
dr. daniel gogolin

st.-nr. fa unna 316/5741/0813
ust.-id-nr.: de 8147 53 914
hbr 19971 ag dortmund

national bank ag dortmund
BIC: NBAGDE3E
IBAN: DE23 3602 0030 0008 5309 71

sparkasse arnsberg-sundern
BIC: WELADED1ARN
IBAN: DE86 4665 0005 0001 0267 72

prüfstelle nach rap-stra 15
anerkannt für die fachgebiete

- A1 · A3 · A4
- BB3 · BB4
- F2 · F3 · F4
- G3 · G4
- H1 · H3 · H4
- I1 · I2 · I3 · I4

mitglied im bundesverband unabhängiger prüfinstitute bup
ingenieurkammer nrw nr. 102497

WEITERE STANDORTE

- ARNSBERG
- BAUTZEN
- DANZIG
- HAMBURG
- JENA
- RIGA
- STADE
- TOSTEDT

Inhaltsverzeichnis

1 Auftrag, Vorgang und Situationsbeschreibung 5

2 Untersuchungsschritte und -beschreibungen 6

2.1 Probennahme 6

2.2 Rammsondierungen nach EN ISO 22476-2 (2012) 7

2.3 Homogenbereiche nach DIN 18300 (2015) 8

2.4 Chemische Untersuchungen im Labor 10

2.4.1 Untersuchungen zur Wiederverwertung und Deponierung 10

2.4.2 Substanzbewertung der ungebundenen Materialien 12

3 Ergebnisse der Untersuchungen 13

3.1 Vorhandene Schichtdicken und Zusammensetzung der ungebundenen Materialen (Rammkernbohrungen und einem Schurf) 13

3.2 Situation 14

3.3 Schichtenfolge 19

3.4 Geotechnische Systemschnitte 28

3.5 Grundwasser 28

3.6 Bodenmechanische Kennwerte 29

3.7 Chemische Untersuchungen gemäß LAGA und DepV 31

4 Gutachterliche Empfehlungen 35

4.1 Geländeauftrag / Dammbau 35

4.2 Allgemeine Setzungsbetrachtungen 38

5 Weitere Hinweise 40

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Zuordnung der Frostempfindlichkeitsklassen [ZTV E-StB 17] 12
Abbildung 2: Auszug Schnitt K-K (Dammbau Abschnitt K-K) 18
Abbildung 3: Auszug Schnitt L-L (Bereich Einschnitt Gleistrasse mit Geländemodellierung) 18
Abbildung 4: Auszug Schnitt E - E (4. Abschnitt Dammbau) 19
Abbildung 5: Spektrum der Korngrößenverteilungen der aufgefüllten Lehme 22
Abbildung 6: Spektrum der Korngrößenverteilungen der Lösslehme 24
Abbildung 7: Spektrum der Korngrößenverteilungen der Geschiebelehme 26

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1: Entnahmestellen Rammkernbohrungen / Schürfe, Ansatzpunkte der Rammsondierung und Errichtung der Grundwassermessstelle 6
Tabelle 2: Zuordnungsklassen gemäß den LAGA-Bestimmungen 10
Tabelle 3: Abfallschlüsselnummern gemäß AVV 12
Tabelle 4: Bodenmechanische Laborprogramm (Rammkernbohrungen, Schurf) ... 13
Tabelle 5: Sichtschutzwall; Geotechnischer Systemschnitt A - A (Anlage 2.4) 15
Tabelle 6: Sichtschutzwall; Geotechnischer Systemschnitt B - B (Anlage 2.5) 16
Tabelle 7: Sichtschutzwall; Geotechnischer Systemschnitt C - C (Anlage 2.6) 16
Tabelle 8: Sichtschutzwall; Geotechnischer Systemschnitt D - D (Anlage 2.7) 17
Tabelle 9: Grundwasserstände innerhalb der Bohrlöcher 28
Tabelle 10: Charakteristische Bodenkennwerte GK 2/3, Lockergesteine 29
Tabelle 11: Probenzusammenstellung 32
Tabelle 12: Deklarationsanalyse nach LAGA-Bauschutt 33
Tabelle 13: Deklarationsanalyse nach LAGA-Boden (2004) 34
Tabelle 14: Deklarationsanalyse nach DepV 35

Anlagen

Anlage 1:	Lagepläne	(4 Blatt)
Anlage 2:	Rammkern-/Schurfprofile	(3 Blatt)
	Geotechnischer Schnitt	(4 Blatt)
	Grundwassermessstelle	(1 Blatt)
Anlage 3:	Chemische Analyse Boden	(20 Blatt)
Anlage 4:	Analysenprotokolle GBA	(80 Blatt)
Anlage 5:	Probenentnahmeprotokoll	(2 Blatt)
Anlage 6:	Bodenmechanische Laboruntersuchungen	(23 Blatt)
Anlage 7:	Setzungs- und Grundbruchberechnung	(1 Blatt)

1 Auftrag, Vorgang und Situationsbeschreibung

Die Ingenieurgesellschaft PTM Dortmund mbH wurde von der Bielefelder Beteiligungs- und Vermögensverwaltungs-GmbH, beauftragt,

- den vorliegenden Bestand des ungebundenen Oberbaus für die Stadtbahn Linie 4 in Bielefeld zu erfassen,
- die anstehenden Böden in Homogenbereiche einzuteilen,
- eine Grundwassermessstelle in der Grünfläche zu erreichten,
- eine Beurteilung des Geländeauftrags und des Dammbaus sowie eine Bewertung zur allgemeinen Setzung vorzunehmen und
- eine Aussage über eine Wiederverwertung für die ungebundenen Schichten nach LAGA-Bauschutt / LAGA-Boden bzw. über eine Entsorgung gemäß den Vorgaben der Deponieverordnung zu treffen.

Für die Bestandsuntersuchung wurden die nachfolgend aufgeführten Untersuchungsschritte in situ durchgeführt:

- Begutachtung der Flächen und Festlegung der Probeentnahmestellen am 15.07.2021 und 26.07.2021
- Probenahme (Rammkernbohrungen, Schurfbeprobung, Rammsondierungen) am 21.07.2021, 22.07.2021, 29.07.2021, 09.08.2021, 10.08.2021 und 14.09.2021

Die gewonnenen Proben wurden labortechnisch für weitere Materialanalysen (chemisch und substantiell) untersucht. Die detaillierten Beschreibungen zu den einzelnen Arbeits- und Untersuchungsschritten werden in dem nachfolgenden Kapitel 2 erläutert.

2 Untersuchungsschritte und -beschreibungen

2.1 Probennahme

Zur Substanzbewertung des vorhandenen ungebundenen Aufbaus wurden an den in der nachfolgenden Tabelle 1 sowie in den Lageplänen (Anlage 1) aufgeführten Untersuchungspunkten Rammkernbohrungen und Rammsondierungen durchgeführt. Zur Beobachtung von Grundwasserschwankungen wurde die Bohrungen RKB 11 zu einer Grundwassermessstellen ausgebaut.

Tabelle 1: Entnahmestellen Rammkernbohrungen / Schürfe, Ansatzpunkte der Rammsondierung und Errichtung der Grundwassermessstelle

Proben-bezeichnung [RKB / SCH / DPH / GWMS] (*)	**Durchmesser RKB / DPH / GWMS** (*) [mm]	**Gewünschte Bohrtiefe** [m]	**Erzielte Bohrtiefe** [m]	**Gewerk**
SCH Q1/1	-	-	0,70	Sichtschutzwall
RKB Q1/2 / DPH Q1/2	80 / 43	6,00 / 6,00	6,00 / 6,00	
RKB Q2 / DPH Q2	80 / 43	Bis Bohrwiderstand	12,30 / 13,30	Gleistrasse alter Verlauf
RKB Q3 / DPH Q3	80 / 43	6,00 / 6,00	6,00 / 6,00	Sichtschutzwall
RKB Q4 / DPH Q4	80 / 43	Bis Bohrwiderstand	8,80 / 15,00	Gleistrasse alter Verlauf
RKB Q5 / DPH Q5	80 / 43	6,00 / 6,00	6,00 / 6,00	Sichtschutzwall
RKB Q6 / DPH Q6	80 / 43	Bis Bohrwiderstand	5,00 / 6,50	Gleistrasse alter Verlauf
RKB Q7 / DPH Q7	80 / 43	6,00 / 6,00	6,00 / 6,00	Sichtschutzwall
RKB Q8 / DPH Q8	80 / 43	Bis Bohrwiderstand	6,10 / 12,40	Gleistrasse alter Verlauf
RKB R1 / DPH R1	80 / 43	6,00 / 6,00	6,00 / 6,00	Sichtschutzwall
RKB R2 / DPH R2	80 / 43	6,00 / 6,00	6,00 / 6,00	
GWMS 11	60	6,50	6,00	-

(*) RKB = Rammkernbohrung; SCH = Schurf; DPH = schwere Rammsondierung; GWMS = Grundwassermessstelle

Durch die durchgeführten Rammkernbohrungen bzw. den Schurf werden nur punktuelle Aufschlüsse des ungebundenen Untergrundes dargestellt. Bei inhomogenen Bodenstrukturen können im angrenzenden Bereich der Entnahmestelle deutliche Abweichungen der Materialzusammensetzung und Schichtenfolge auftreten.

Die Einstufung der Materialien in Bodengruppen gemäß DIN EN 18196 erfolgt zunächst nach organoleptischer Analyse der Materialien. Im Anschluss wird eine Verifizierung der qualitativen Bewertung durch Sieb-/Schlämmungen, Erfassung der Zustandsgrenzen (Atterberg), Proctordichte, Glühverlust, Wassergehalte und Wasseraufnahmevermögen (Enslin) im Zuge eines erweiterten Laborprogramms durchgeführt (vgl. Tabelle 4).

2.2 Rammsondierungen nach EN ISO 22476-2 (2012)

Nach EN ISO 22476-2 (März 2012) werden Rammsondierungen als indirekte geotechnische Untersuchung, zur Bestimmung der qualitativen Beurteilung der Bodenschichten hinsichtlich ihrer Lagerungsdichte bzw. ihrer Konsistenz durchgeführt. Für einen direkten und quantitativen Aufschluss über exakte Parameter wie Bodenzusammensetzungen, Schichtstärken, genaue Lagerungsdichten, Aussagen zur Tragfähigkeit und Frostsicherheit sind weitere in – situ Versuche, wie Plattendruckversuche und Schurfentnahmen / Rammkernbohrungen, aber auch Laborversuche, wie die Bestimmung der Korngrößenverteilung und Proctordichte notwendig.

Rammsondierungen werden allgemein und bis auf ein paar Ausnahmen in leichte (DPL), mittlere (DPM) und schwere (DPH) unterteilt. Die Auswahl der jeweiligen Sondiergeräte richtet sich nach dem jeweiligen zu erwartenden Untergrund sowie der geforderten Eindringtiefe.

Bei der Durchführung einer Rammsondierung erfolgt das definierte Einrammen bzw. Einschlagen der Rammsonde mit definierter Energie und Fallhöhe. Die Sonde wird dabei mittels eines definierten Fallgewichtes (DPL: 10 kg, DPH: 50 kg) in den Boden eingetrieben. Die Anzahl der Schläge pro 10cm Eindringtiefe (N_{10}) werden in einem

Rammdiagramm (siehe Anlage 2) dokumentiert. Die Auswertung erfolgt auf Grundlage von Erfahrungswerten.

Bei der leichten Rammsondierung (DPL) werden die jeweiligen Bodenschichten Kies, Sand, Schluff oder Ton unter anderem anhand der Reibung, des Geräusches und des Verhaltens des Sondiergerätes sowie der Betrachtung des Gestänges nach Versuchsdurchführung festgestellt.

Gerade bei den leichten Rammsondierungen (DPL) kann es zu gerätetechnischen und geotechnischen Einflüssen auf den Eindringwiderstand an der Sondierspitze kommen.

1. Gerätetechnische Einflüsse:
    - Spitzendurchmesser
    - Gestängelänge
2. Geotechnische Einflüsse:
    - Mantelreibung am Gestänge
    - Bodenart, Bodengruppe und Bodenbeschaffenheit
    - Schichtenfolge und Grenztiefen
    - Sondiertiefe
    - des eindringenden Grundwassers, gerade bei grobkörnigen Fraktionen und Sanden

2.3 Homogenbereiche nach DIN 18300 (2015)

Nach VOB/C DIN 18300 (August 2015) werden die Boden- und Felsarten gemäß dem Zustand vor dem Lösen in Homogenbereiche (HB) eingestuft. Der Homogenbereich definiert einen begrenzten Bereich bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für das jeweilige Baugewerk bzw. Bauverfahren vergleichbare Eigenschaften aufzeigt. Diese bodenmechanischen Eigenschaften werden auf der Grundlage von geotechnischen Feld- und Laboruntersuchungen ermittelt und mit Erfahrungswerten ergänzt. Des Weiteren sind die umweltrelevanten Parameter zu beachten.

Folgende bodenmechanische Eigenschaften und Kennwerte sind für Erdarbeiten (Boden) nach DIN 18300 (August 2015) relevant:

- Kornverteilungskurven nach DIN ISO 17892-4 (für Boden) und DIN EN 933-1 (für Baustoffgemische)
- Steine / Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1
- Bodengruppen nach DIN 18196
- Ortsübliche Bezeichnungen
- Dichte nach DIN 18125-2 / DIN EN ISO 17892-2
- Undränierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-9 / DIN 18136 / DIN 18137-2
- Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1
- Plastizitätszahl nach DIN 18122-1
- Konsistenzgrenzen, Konsistenzzahl nach DIN 18122-1 / DIN EN ISO 14688-1
- Lagerungsdichte nach DIN EN ISO 15488-2 / DIN 18126
- Organischer Anteil nach DIN 18128

Folgende bodenmechanische Eigenschaften und Kennwerte sind für Erdarbeiten (Fels) nach DIN 18300 (August 2015) relevant:

- Benennung nach DIN EN ISO 14689-1
- Ortsübliche Bezeichnungen
- Dichte nach DIN 18125-1 oder -2
- Verwitterung, Veränderlichkeit nach DIN EN ISO 14689-1
- Druckfestigkeit nach DGGT Nr. 1
- Trennflächen nach DIN EN ISO 14689-1

Zuvor wurde die DIN 18300 (2012) verwendet, die eine Einstufung in 7 Bodenklassen nach dem Schwierigkeitsgrad der Bearbeitung (Lösen, Laden, Fördern, Einbauen und Verdichten) zusammenfasst.

2.4 Chemische Untersuchungen im Labor

Mit den chemischen Untersuchungen der Proben gemäß LAGA-Bestimmungen für Bauschutt(1) und Boden(2) sowie DepV(3) wurde die Gesellschaft für Bioanalytik mbH (GBA), Bruchstraße 5c in 45883 Gelsenkirchen beauftragt. Die Ergebnisprotokolle liegen als Anlage 5 bei.

Nach Abgabe des Gutachtens werden die verbliebenen Bodenproben der Laborversuche 24 Monate aufbewahrt und dann, falls vom Auftraggeber nicht anders gewünscht, entsorgt.

2.4.1 Untersuchungen zur Wiederverwertung und Deponierung

Zwecks einer Aussage zur Wiederverwertbarkeit von Untergrundmaterialien / Böden / Bauschutt greifen die Beschlüsse der LAGA (Länderarbeitsgemeinschaft Abfall). Im Jahre 1997 hat die LAGA in der Mitteilung 20 (LAGA M 20) s. g. Zuordnungskriterien (Z 0 bis Z 2) definiert in denen die Wiederverwertbarkeit von Boden und Bauschutt geregelt ist. Die Tabelle 2 führt die Zuordnungsklassen gemäß den LAGA-Bestimmungen und die zugehörigen Wiederverwertungen auf.

Tabelle 2: Zuordnungsklassen gemäß den LAGA-Bestimmungen

Z 0	Wiederverwertung im uneingeschränkten, offenen Einbau
Z 1.1	Wiederverwertung im eingeschränkten, offenen Einbau unter ungünstigen hydrologischen Standortbedingungen; z.B. Wegebau, Unterbau von Gebäuden, unterhalb durchwurzelter Bodenschichten
Z 1.2	Wiederverwertung im eingeschränkten, offenen Einbau unter günstigen hydrologischen Standortbedingungen; z.B. Standorte, bei denen der Grundwasserleiter nach oben durch ausreichend mächtige Deckschichten mit hohem Rückhaltevermögen gegenüber Schadstoffen überdeckt ist oder Standorte mit hohem Grundwasserflurabstand.
Z 2	Wiederverwertung im eingeschränkten Einbau definierten technischen Sicherungsmaßnahmen; z.B. bei einer Anlage von befestigten Flächen in Industrie- und Gewerbegebieten sowie sonstige Verkehrsflächen als Tragschicht unter wasserundurchlässiger Deckschicht oder gebundener Tragschicht unter weniger durchlässiger Deckschicht. Der Abstand

(1) Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20, 4. erw. Auflage, 6.11.1997.

(2) Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20; überarbeitete Endfassung vom 06.11.2003 (Allgemeiner Teil), Teile II (Boden) und III vom 05.11.2004.

(3) Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung, DepV) vom 16.07.2009, BGBl. I 2009; zuletzt geändert: 03.2016.

	zwischen Unterkante des Schüttkörpers und maximalem Grundwasserstand sollte mindestens 2 m betragen.
> Z 2	Wiederverwertung nicht zulässig, Material muss Entsorgung zugeführt werden.

Die gewonnenen Materialien aus den Rammkernbohrungen / dem Schurf werden zu repräsentative Einzel- und Mischproben zusammengestellt und homogenisiert.

In den Anlagen 3.1 und 3.2 sind die Untersuchungsergebnisse den Zuordnungswerten der Einbauklassen Z 0 - Z 2 nach LAGA-Bauschutt (Boden mit einem Fremdanteil ≥ 10 %) gegenübergestellt.

In den Anlagen 3.3 bis 3.9 sind die Untersuchungsergebnisse den Zuordnungswerten der Einbauklassen Z 0 - Z 2 nach LAGA-Boden für die Bodenarten Sand bzw. Lehm/Schluff bzw. Ton gegenübergestellt.

Zur Bestimmung der Deponieklasse werden die Proben einer Deklarationsanalyse nach DepV unterzogen. Gemäß § 2 der DepV werden für die Ablagerung folgende Deponieklassen (DK) unterschieden:

- DK 0 - Deponie: Oberirdische Deponie für Inertabfälle (z. B. unbelasteter Boden und unbelasteter Bauschutt)
- DK I bis DK II – Deponie: Oberirdische Deponie für nicht gefährliche Abfälle
- DK III – Deponie: Oberirdische Deponie für nicht gefährliche und gefährliche Abfälle

In der deutschen Abfallverzeichnisverordnung (AVV) sind die Abfallarten nach der Herkunft und dem Entstehungsprozess in 20 Hauptgruppen unterteilt. Jeder Abfallart wird ein sechsstelliger Zahlencode (Abfallschlüsselnummer) zugeordnet. Des Weiteren werden die Abfälle als gefährliche Abfälle (durch einen Stern * gekennzeichnet) und als nicht gefährliche Abfälle klassifiziert. Diese Einstufung erfolgt über den Gehalt an gefährlichen Inhaltsstoffen oder Eigenschaften.

In den Anlagen 3.10 bis 3.15 sind die detektierten Schadstoffgehalte den Zuordnungswerten der Deponieklassen DK 0 – DK III gegenübergestellt und die jeweiligen Abfallschlüssel gemäß der AVV[4] aufgeführt. In der Tabelle 3 sind die relevanten Abfallschlüsselnummern aufgeführt.

Tabelle 3: Abfallschlüsselnummern gemäß AVV

Boden	17 05 04	Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03* fallen
	17 05 03*	Boden und Steine, die gefährliche Stoffe enthalten

2.4.2 Substanzbewertung der ungebundenen Materialien

Die Einstufung der Materialien in Bodengruppen gemäß DIN EN 18196 erfolgt nach organoleptischer Analyse der Materialien. Falls eine eindeutige Feststellung der Bodengruppe nicht möglich ist, wird eine Siebanalyse nach DIN ISO 17892-4 (für Boden) und DIN EN 933-1 (für Baustoffgemische) empfohlen, sodass die Korngrößenanteile verifiziert werden können.

Die folgende Abbildung 1 entsprechend den ZTV E-StB 17 führt die Bewertung der Frostempfindlichkeit in Abhängigkeit der Bodengruppe auf und bilden die Bewertungsgrundlage für die untersuchten Bodenproben.

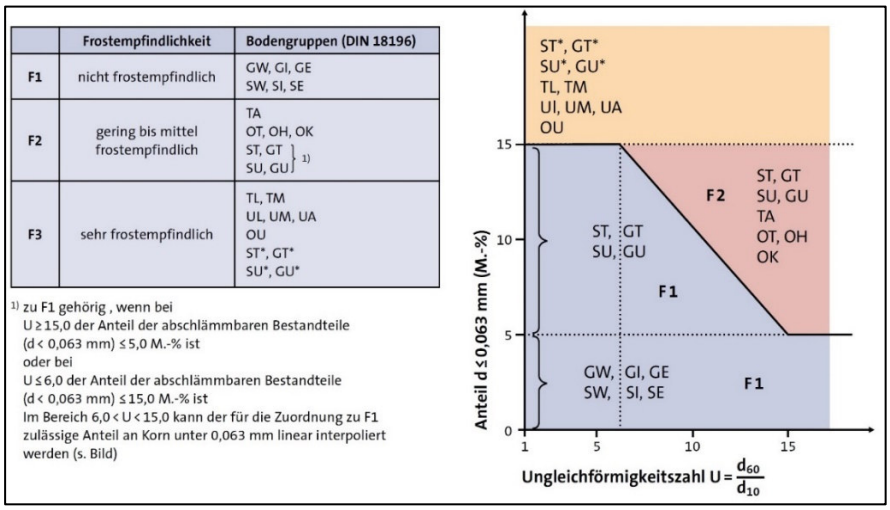


Abbildung 1: Zuordnung der Frostempfindlichkeitsklassen [ZTV E-StB 17]

(4) Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung - AVV) vom 10.12.2001, BGBl. I S. 3379), zuletzt geändert: 22.12.2016

3 Ergebnisse der Untersuchungen

3.1 Vorhandene Schichtdicken und Zusammensetzung der ungebundenen Materialen (Rammkernbohrungen und einem Schurf)

Auf Grundlage von Rammkernbohrungen (RKB) und einem Schurf (SCH) wurde das ungebundene Material des Oberbaus analysiert. Die Schichtdicken und -zusammensetzungen sowie die vorgetroffene Bodengruppe und die entsprechende Einteilung in die Frostempfindlichkeitsklasse jeder Bohrung sind im Detail den Säulenprofilen der Anlage 2 zu entnehmen. Die Bodenansprache der einzelnen Schichten erfolgte organoleptisch.

Die Tabelle 4 listet das bodenmechanische Laborprogramm sowie die dafür verwendeten Einzelproben bzw. die hergestellten Mischproben auf.

Tabelle 4: Bodenmechanische Laborprogramm (Rammkernbohrungen, Schurf)

Labor-Nr. (*)	**Zusammensetzung** (RKB, SCH, Einbaulage)	**Teufe** von - bis [m]	**Bodengruppe** DIN 18196	**Untersuchungsumfang**	**Analyse-Methode**
019	R1.2 R2.2	0,48 – 2,70 0,32 – 2,10	UL (Lösslehm)	Wassergehalt Proctorversuch Sieb-/Schlämmung Glühverlust	DIN 18 121 DIN 18 127 bzw. DIN EN 13286-2 DIN EN ISO 17892-4 DIN 18 128
024	R1.4 R2.4	4,50 – 6,00 4,80 – 6,00	TM (Geschiebemergel)	Wassergehalt Sieb-/Schlämmung Zustandsgrenzen	DIN 18 121 DIN EN ISO 17892-4 DIN 18 122
039	Q2.4	2,90 – 8,00	UL (Lehm)	Wassergehalt Glühverlust	DIN 18 121 DIN 18 128
040	Q3.2 – Q3.3 Q4.3	0,38 – 6,00 1,20 – 4,50	TL (Aufgefüllte Lehme)	Wassergehalt Sieb-/Schlämmung Zustandsgrenzen	DIN 18 121 DIN EN ISO 17892-4 DIN 18 122
041	Q1/2.3 – Q1/2.4	0,74 – 5,60	UL (Aufgefüllte Lehme)	Wassergehalt Proctorversuch Sieb-/Schlämmung Zustandsgrenzen Glühverlust	DIN 18 121 DIN 18 127 bzw. DIN EN 13286-2 DIN EN ISO 17892-4 DIN 18 122 DIN 18 128

Labor-Nr. (*)	**Zusammen-setzung** (RKB, SCH, Einbaulage)	**Teufe** von - bis [m]	**Bodengruppe** DIN 18196	**Untersuchungs-umfang**	**Analyse-Methode**
042	Q5.3 Q8.3	0,87 – 2,10 0,80 – 3,30	UL (Lösslehm)	Wassergehalt Proctorversuch Sieb-/Schlämmung Zustandsgrenzen Glühverlust	DIN 18 121 DIN 18 127 bzw. DIN EN 13286-2 DIN EN ISO 17892-4 DIN 18 122 DIN 18 128
043	Q5.4	2,10 – 3,90	UL (Lösslehm)	Wassergehalt Proctorversuch	DIN 18 121 DIN 18 127 bzw. DIN EN 13286-2
045	Q6.6	1,00 – 4,60	UM-TM (Übergang Lösslehm zu vollständig zersetztem Tonmergel	Wassergehalt Sieb-/Schlämmung Zustandsgrenzen	DIN 18 121 DIN EN ISO 17892-4 DIN 18 122
046	Q7.4	2,10 – 5,70	TM (Geschiebe- lehm)	Wassergehalt Sieb-/Schlämmung Zustandsgrenzen	DIN 18 121 DIN EN ISO 17892-4 DIN 18 122
047	Q8.4 – Q8.5	3,30 – 6,00	TM (Geschiebe- lehm)	Wassergehalt Sieb-/Schlämmung	DIN 18 121 DIN EN ISO 17892-4
048	Q6.7 Q5.6	4,60 – 5,00 5,50 – 6,00	TM (Tonmergel)	Wassergehalt Sieb-/Schlämmung Enslin	DIN 18 121 DIN EN ISO 17892-4 DIN 18132
055	L2.1 R1.1 R2.1	0,00 – 0,20 0,00 – 0,48 0,00 – 0,32	Oberboden	Glühverlust	DIN 18 128
058	Q3.1 Q5.1 Q7.1 Q8.1	0,00 – 0,38 0,00 – 0,22 0,00 – 0,21 0,00 – 0,10	Oberboden	Glühverlust	DIN 18 128

Die Ergebnisse der bodenmechanischen Untersuchungen sind in der Anlage 6 dargestellt. Ebenfalls sind die Bohrprofile (RKB und SCH) daraufhin angepasst (siehe Anlage 2).

3.2 Situation

Im Zuge der Verlängerung der Stadtbahn Linie 4 in 33602 Bielefeld werden entlang des Trassenabschnittes auch zahlreiche Sichtschutzwälle entstehen. Diese werden sich grundsätzlich südlich der geplanten Trasse (zwischen Bahntrasse und Wohnsied-

lungen) befinden. Die übergeordnete Lage der Sichtschutzwälle ist dem Übersichtslageplan der Anlage 1.1 (Maßstab 1 : 2.000) zu entnehmen. Ein detaillierterer Lageplan mit der Lage der Sichtschutzwälle sowie den entsprechenden Neigungen der Wälle ist in den Anlagen 1.2 bis 1.4 im Maßstab 1 : 500 dargestellt.

Nachfolgend werden die relevanten Bereiche für die Errichtung der Sichtschutzwälle in vier Abschnitte unterteilt und kurz beschrieben und charakterisiert. In den Anlagen 2.5 bis 2.7 ist jeweils für jeden Abschnitt ein geotechnischer Systemschnitt der in diesem Bereich zu erwartenden Böden dargestellt.

Tabelle 5: Sichtschutzwall; Geotechnischer Systemschnitt A - A (Anlage 2.4)

Geotechnischer Systemschnitt A - A (Anlage 2.4):	
Untersuchungsbereich:	**1. Abschnitt: Station 25+400 bis Station 25+540**
Untersuchungspunkte im Schnitt:	RKB/DPH Q 1/2 - RKB/DPH Q 2 - RKB/DPH Q 3
Dammbreite (Sohle):	rd. 8,0 m
Dammkronenbreite:	einheitlich 1,0 m
Dammhöhe über Schienenoberkante:	rd. 2,0 m
Dammhöhe über Gelände gemäß der Planung:	rd. maximal 2,0 m
Böschungsneigung (Bahnseite)	β = 1 : 2 (rd. 26,6°)
Böschungsneigung (Siedlungsseite)	β = 1 : 3 (rd. 18,4°)

Tabelle 6: Sichtschutzwall; Geotechnischer Systemschnitt B - B (Anlage 2.5)

Geotechnischer Systemschnitt B - B (Anlage 2.5):	
Untersuchungsbereich:	**2. Abschnitt: Station 25+540 bis Station 25+650**
Untersuchungspunkte im Schnitt:	RKB/DPH Q 3 - RKB/DPH Q 4 - RKB/DPH Q 5
Dammbreite (Sohle):	rd. 6,0 - 7,5 m
Dammkronenbreite:	einheitlich 1,0 m
Dammhöhe über Schienen-oberkante:	rd. 1,5 m
Dammhöhe über Gelände gemäß der Planung:	rd. 1,0 m bis 1,5 m
Böschungsneigung (Bahnseite)	β = 1 : 1,8 (rd. 29,1°)
Böschungsneigung (Siedlungsseite)	β = 1 : 1,8 (rd. 29,1°)

Tabelle 7: Sichtschutzwall; Geotechnischer Systemschnitt C - C (Anlage 2.6)

Geotechnischer Systemschnitt C - C (Anlage 2.6):	
Untersuchungsbereich:	**3. Abschnitt: Station 25+650 bis Station 25+880**
Untersuchungspunkte im Schnitt:	RKB/DPH Q 5 - RKB/DPH Q 6 - RKB/DPH Q 7 - RKB/DPH Q 8
Dammbreite (Sohle):	variabel (vgl. Lageplan 1.3)
Dammkronenbreite:	variabel (überwiegend 1,0 m; im Bereich der Geländemo-dellierung („Einschnittsbereich“) auch bis zu 7,0 m
Dammhöhe über Schienen-oberkante:	rd. 0,5 m bis 2,0 m
Dammhöhe über Gelände gemäß der Planung:	rd. 0,5 m bis 3,0 m
Böschungsneigung (Bahnseite)	β = 1 : 1,8 (rd. 29,1°)
Böschungsneigung (Siedlungsseite)	β = 1 : 1,8 (rd. 29,1°) β = 1 : 10 (rd. 5,7°) -> lediglich im Bereich der „Geländemo-dellierung“

Tabelle 8: Sichtschutzwall; Geotechnischer Systemschnitt D - D (Anlage 2.7)

Geotechnischer Systemschnitt D - D (Anlage 2.7):	
Untersuchungsbereich:	**4. Abschnitt: Station 26+320 bis Station 26+480**
Untersuchungspunkte im Schnitt:	RKB/DPH R 1 - RKB/DPH R 2
Dammbreite (Sohle):	rd. 6,0 - 7,5 m
Dammkronenbreite:	einheitlich 1,0 m
Dammhöhe über Schienen-oberkante:	rd. 2,0 m
Dammhöhe über Gelände gemäß der Planung:	rd. 1,0 m bis 2,0 m
Böschungsneigung (Bahnseite)	β = 1 : 1,8 (rd. 29,1°)
Böschungsneigung (Siedlungsseite)	β = 1 : 1,8 (rd. 29,1°)

Zusammenfassend besitzen die Sichtschutzwälle im ungünstigsten Fall eine Neigung von

β = 1 : 1,8 (rd. 29,1°)

sowie maximale Höhen über dem Gelände von

h = 2 - 3 m.

Allgemein werden die Wallhöhen jedoch überwiegend deutlich geringer (im Bezug zu dem Urgelände) sein. Die Neigungen werden ebenfalls teilweise flacher sein. Insbesondere im zukünftigen „Einschnittsbereich“ der Bahntrasse in das Urgelände werden nur geringfügige „Geländemodellierungen“ erfolgen. Gemäß der uns vorliegenden Planung sollen die Dämme zukünftig mit rd. 20 cm Oberboden angedeckt und bepflanzt werden. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen exemplarische Querschnitte der Trasse mit der Ausbildung der Sichtschutzwälle.

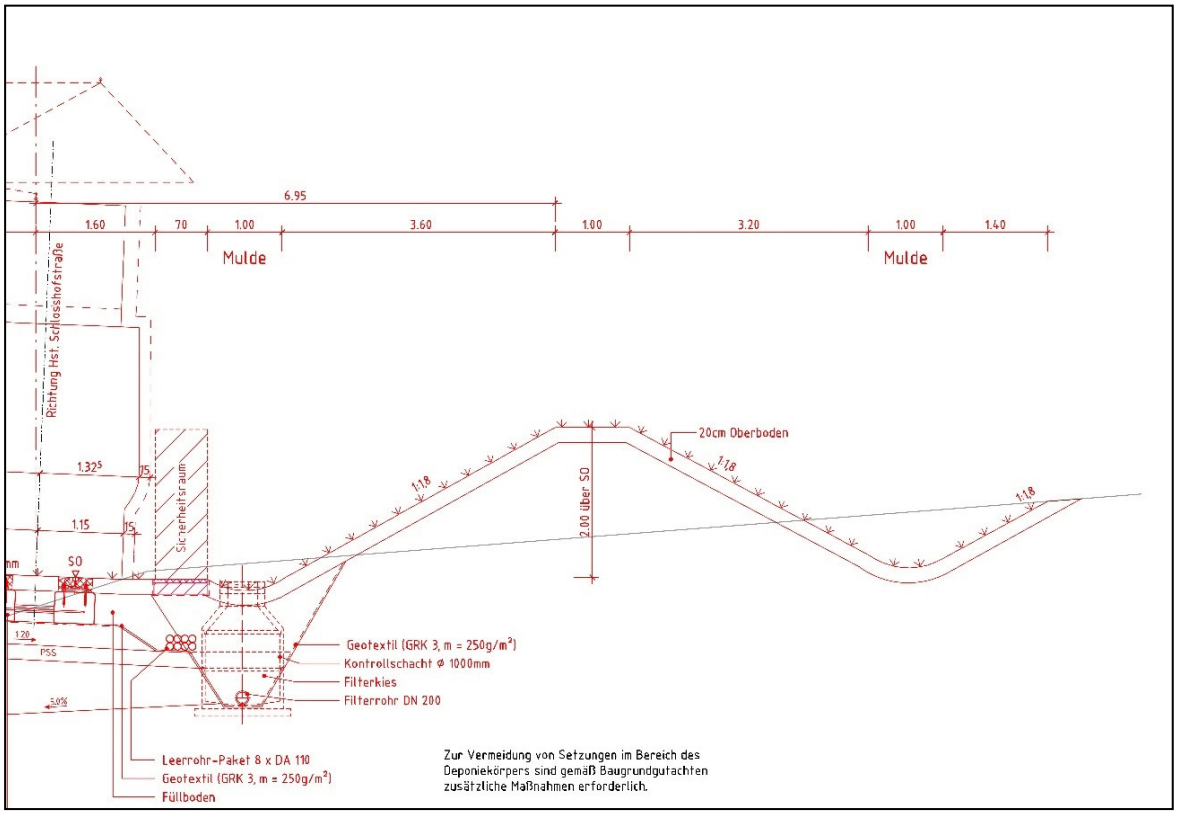


Abbildung 2: Auszug Schnitt K-K (Dammbau Abschnitt K-K)

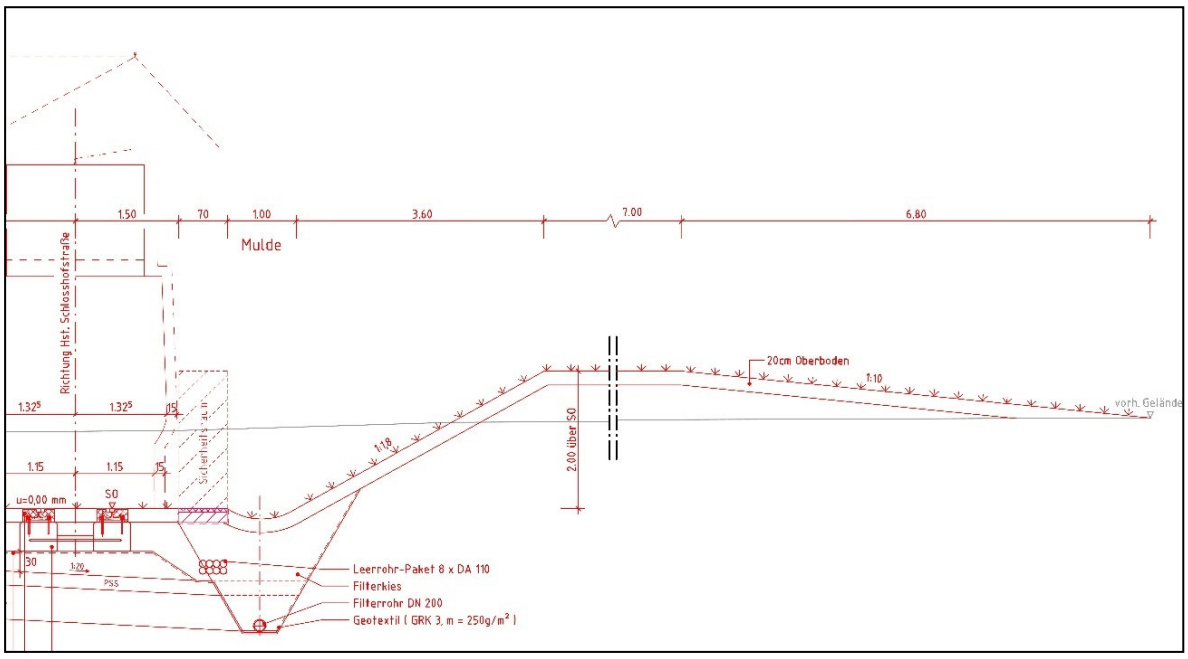


Abbildung 3: Auszug Schnitt L-L (Bereich Einschnitt Gleistrasse mit Geländemodellierung)

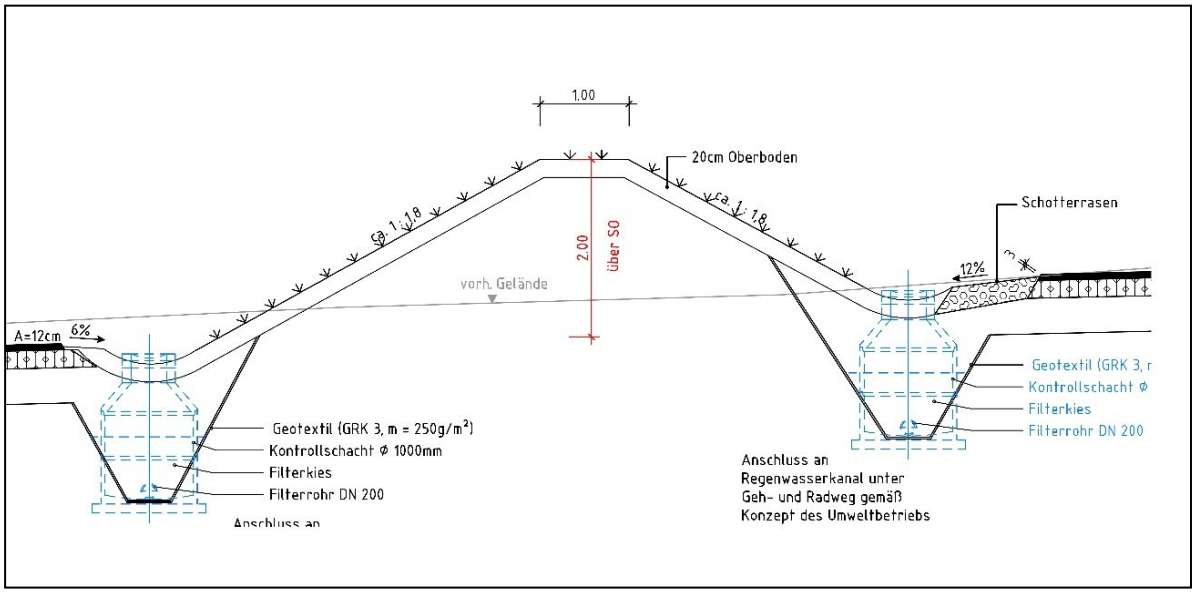


Abbildung 4: Auszug Schnitt E - E (4. Abschnitt Dammbau)

Wie beispielsweise in der Abbildung 3 dargestellt ist, ist insbesondere in dem Einschnittsbereich der Bahn auch mit geringfügigen Einschnittsböschungen zu rechnen. Gemäß den vorliegenden Informationen werden die Sichtschutzwälle unbelastet bleiben.

Wie dem Trassenquerschnitt (Profilschnitt entlang der Trasse, Plan Nr. 3) des Büros Schmidt + Partner vom 19.02.2016 zu entnehmen ist, wird im Zuge des Gleisbaus insbesondere in die anthropogenen Auffüllungen der „Bodendeponie“ sowie in die Lösslehme eingeschnitten. Untergeordnet wird die Trasse bereichsweise auch in die Geschiebelehme einschneiden. Es ist daher davon auszugehen, dass für die Errichtung der Sichtschutzwälle voraussichtlich zum größten Teil die **Lösslehme** sowie die **anthropogenen Auffüllungen** (Bereich der „Bodendeponie“) verwendet werden sollen.

3.3 Schichtenfolge

Allgemein wird in allen Teilgutachten im Rahmen des Bauvorhabens „Stadtbahn Linie 4“ zwischen folgenden Baugrundschichten differenziert und einheitlich unterschieden:

Schicht I: Oberboden

Schicht II: Auffüllungen

Schicht III: fluviatile Talablagerungen
Schicht IV: Lösslehme (Weichsel - Kaltzeit)
Schicht V: Geschiebelehme / -mergel (Saale - Kaltzeit)
Schicht VI: Beckenschluff (Saale - Kaltzeit)
Schicht VII: Tonmergel / Tonstein (Jura, Lias)

Eine ausführliche Beschreibung der regionalen Geologie ist in dem Teilgutachten 21-4728-01 enthalten. Die einheitliche Bodeneinteilung wird in allen Teilgutachten vorgenommen, um Verwechslungen im späteren Bauverlauf auszuschließen.

Im Rahmen des Baus der Sichtschutzwälle werden im Bereich der relevanten Bohrungen folgende Baugrundschichten angetroffen:

Schicht I: Oberboden
Schicht II: Auffüllungen
Schicht III: fluviatile Talablagerungen
Schicht IV: Lösslehme (Weichsel - Kaltzeit)
Schicht V: Geschiebelehme / -mergel (Saale - Kaltzeit)
Schicht VII: Tonmergel / Tonstein (Jura, Lias)

Im Rahmen dieses Gutachtenteils erfolgt daher auch nur die Beschreibung der für diesen Bereich relevanten angetroffenen Böden.

<u>Zu Schicht I: Oberboden</u>

Die Geländeoberfläche ist im Bereich der meisten Untersuchungspunkte mit einer variierend dicken Oberbodenschicht abgedeckt. Lediglich im Bereich des Untersuchungspunktes Nr. Q 1/2 wurde zuoberst keine Oberbodendecke angetroffen. Die Spanne der Schichtmächtigkeiten reicht gemäß den Bohrungen von 18 cm - 80 cm. Im Mittel ist von einer Oberbodenmächtigkeit von 20 cm bis 30 cm auszugehen. Grundsätzlich sind die Oberböden in der Regel natürlich. Teilweise wurden jedoch auch innerhalb der Oberböden anthropogene Bestandteile in Form von Bauschuttresten wie Ziegelbruch etc. angetroffen, sodass anzunehmen ist, dass auch diese stellenweise aufgefüllt sind.

In der Regel setzen sich die Oberböden aus schwach tonigen, sandigen bis stark sandigen, schwach kiesigen, humosen bis stark humosen Schluffen zusammen.
Gemäß der DIN 18196 sind die Oberböden den Bodengruppen OU (organogene Schluffe) sowie untergeordnet auch der Bodengruppe UL (Leichtplastische Schluffe) zuzurechnen. Der Organikanteil und der Wassergehalt variieren in Abhängigkeit der Jahreszeiten stark.

Zu Schicht II: Auffüllungen

Gemäß den uns vorliegenden Informationen (Baugrundgutachten p / 104767, Gey & John GbR, 30.11.2010) ist im westlichen Untersuchungsbereich zwischen der Haltestelle „Lohmannshof“ und der „Geländesenke“ mit anthropogenen Auffüllungen von größeren Mächtigkeiten zu rechnen, welche vermutlich in den 60er und 70er Jahren aus der Bebauung des aktuellen Universitätsgeländes eingebaut wurden („Bodendeponie“). Demnach ist hier mit ähnlichen Böden wie im Untersuchungsbereich (Lösslehme und Geschiebelehme / -mergel) zu rechnen.

Die besagten anthropogenen Auffüllungen („Bodendeponie“) werden in dem Abschnitt zwischen den Untersuchungspunkten Nr. Q 1/2 bis Q 6 unterhalb des Oberbodens bzw. zuoberst bis in variierende Tiefen von 0,9 m bis > 6,0 m unter GOK (Geländeoberkante) angetroffen. Im Bereich des Untersuchungspunktes Q 3 wurde die Unterkante der Auffüllungen bis zur Bohrendtiefe von 6,0 m nicht erreicht, sodass davon auszugehen ist, dass sich die Auffüllungen hier zur Tiefe hin fortsetzen. Die Zusammensetzung der Auffüllungen variiert sehr stark und ist als sehr heterogen zu bewerten. Neben überwiegend oberflächennah anstehenden, verlehmten Felsbrüchen mit teilweise Bauschuttanteilen (Asphaltbruch, Ziegelbruch) werden zur Tiefe hin überwiegend Lehme angetroffen.

Neben der organoleptischen Bodenansprache wurde das Spektrum der Korngrößenverteilungen der aufgefüllten Lehme anhand von kombinierten Sieb-/Schlämmanalysen ermittelt und stellt sich mit Verweis auf nachfolgende Abbildung wie folgt dar:

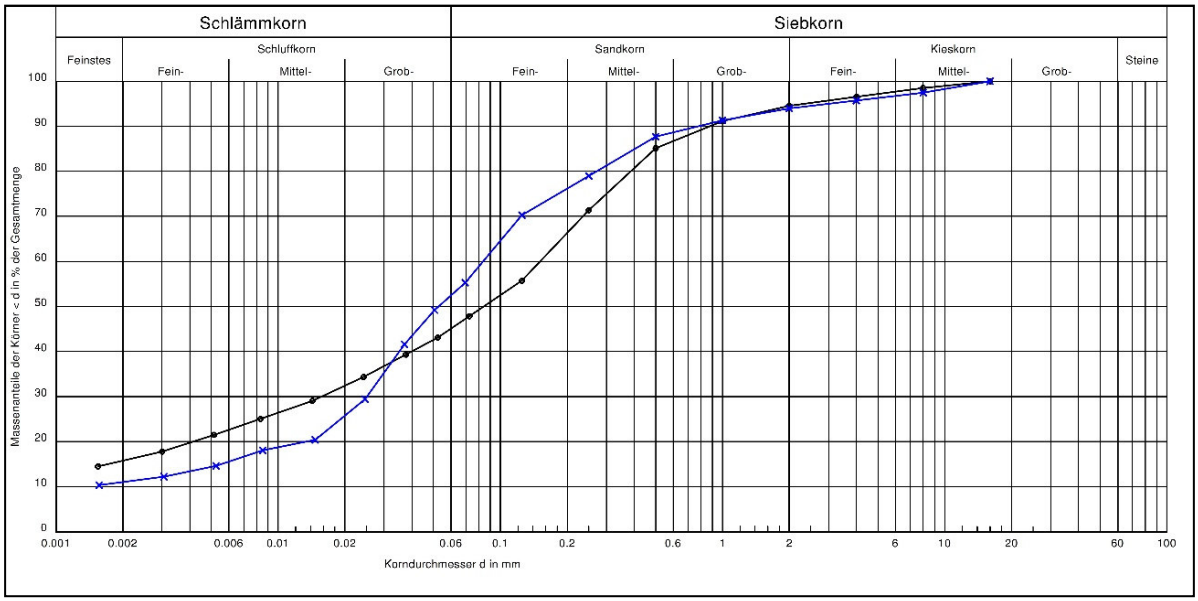


Abbildung 5: Spektrum der Korngrößenverteilungen der aufgefüllten Lehme

Die Auffüllungen besitzen die Kornverteilungen von sandigen bis stark sandigen, sehr schwach bis stark schluffigen, schwach tonigen, teils humosen Kiesen. Die Lehme stellen sich überwiegend als sandige bis stark sandige, schwach tonige bis tonige, sehr schwach kiesige bis kiesige, sehr schwach humose Schluffe und als schwach bis stark sandige, schluffige, kiesige, teils humose Tone dar.
Das Spektrum der natürlichen Wassergehalte liegt zwischen

w = 13,4 - 17,9 Gew.-%

und der mittlere Wassergehalt liegt bei

$w_{m,Auffüllungen}$ = 15,7 Gew.-%.

In Abhängigkeit der Wassergehalte besitzen die Lehmanteile überwiegend steife teils auch halbfeste bis feste Konsistenzen. Die Kiesanteile sind entsprechend den Ergebnissen der schweren Rammsondierungen überwiegend locker bis mitteldicht gelagert.

Gemäß der DIN 18196 sind die Böden den Bodengruppen, GU* (Kies - Schluff Gemische; 15 bis 40 Gew.-% ≤ 0,063 mm), GU (Kies - Schluff Gemische; 5 bis 15 Gew.-%

≤ 0,063 mm), UL (leichtplastische Schluffe), TL (leichtplastische Tone), TM (mittelplastische Tone) sowie untergeordnet auch GW (weitgestufte Kies - Sand Gemische), UM (mittelplastische Schluffe), OU (organogene Schluffe) und OH (grob- bis gemischtkörnige Böden mit humosen Beimengungen) zuzurechnen. Insgesamt ist die Zusammensetzung der angetroffenen Böden als sehr heterogen zu bewerten.

Zu Schicht III: fluviatile Talablagerungen

Im Abschnitt zwischen den Untersuchungspunkten Nr. Q 1/2 bis Q 6 werden die beschriebenen Auffüllungen von fluviatilen Talablagerungen (Pleistozän, Holozän) unterlagert. Die Ablagerungen wurden durch das Baugrundgutachten p / 104767 (30.11.2021) der Gey & John GbR als Talsedimente einer bereits eiszeitlich angelegten Niederung, welche gegenwärtig größtenteils durch den Verlauf des Babenhauser Bachtals repräsentiert wird, beschrieben. Die Böden reichen bis in Tiefen von rd. 5,5 m bis 11,5 m und sind überwiegend als Lehme mit teilweise Flusskiesen und variierenden Organikanteilen ausgebildet. Aufgrund der Untersuchungstiefe von t = 6 m wurden die fluviatilen Talablagerungen im Bereich des Untersuchungspunktes Q 3 nicht angetroffen. Es ist jedoch davon auszugehen, dass auch hier unterhalb der Auffüllungen die fluviatilen Talablagerungen folgen.

Hinsichtlich ihrer Kornverteilung stellen sich die Böden überwiegend als sandige bis stark sandige, schwach tonige bis tonige, schwach kiesige, schwach bis stark humose Schluffe dar. Im Bereich des Untersuchungspunktes Q 5 wurde darüber hinaus eine Sandlinse in Form von schluffigen Sanden angetroffen. Diese wurde in diesem Bereich auch bereits durch das Baugrundgutachten p / 104767 (30.11.2021) der Gey & John GbR beschrieben.

Die Lehme besitzen in Abhängigkeit ihrer Wassergehalte überwiegend weiche bis steife Konsistenzen. Die Sande sind entsprechend den Ergebnissen der schweren Rammsondierungen überwiegend locker bis maximal mitteldicht gelagert. Gemäß der DIN 18196 sind die Böden den Bodengruppen UL (leichtplastische Schluffe) sowie untergeordnet auch SU* (Sand - Schluff Gemische; 15 bis 40 Gew.-% ≤ 0,063 mm) zuzurechnen.

Zu Schicht IV: Lösslehme (Weichsel - Kaltzeit)

Unterhalb der Oberbodenauflagen bzw. Auffüllungen folgen dann von dem Untersuchungspunkt Nr. Q 5 und Nr. Q 8 bis in variierende Tiefen von 1,8 m bis 2,1 m unter GOK sowie im Bereich der Untersuchungspunkte R 1 und R 2 bis in variierende Tiefen von 4,5 m bis 4,8 m unter GOK in der Regel quartäre Lösslehme (Weichsel - Kaltzeit).

Neben der organoleptischen Bodenansprache wurde das Spektrum der Korngrößenverteilungen der Lösslehme anhand von kombinierten Sieb-/Schlämmanalysen ermittelt und stellt sich mit Verweis auf nachfolgende Abbildung wie folgt dar:

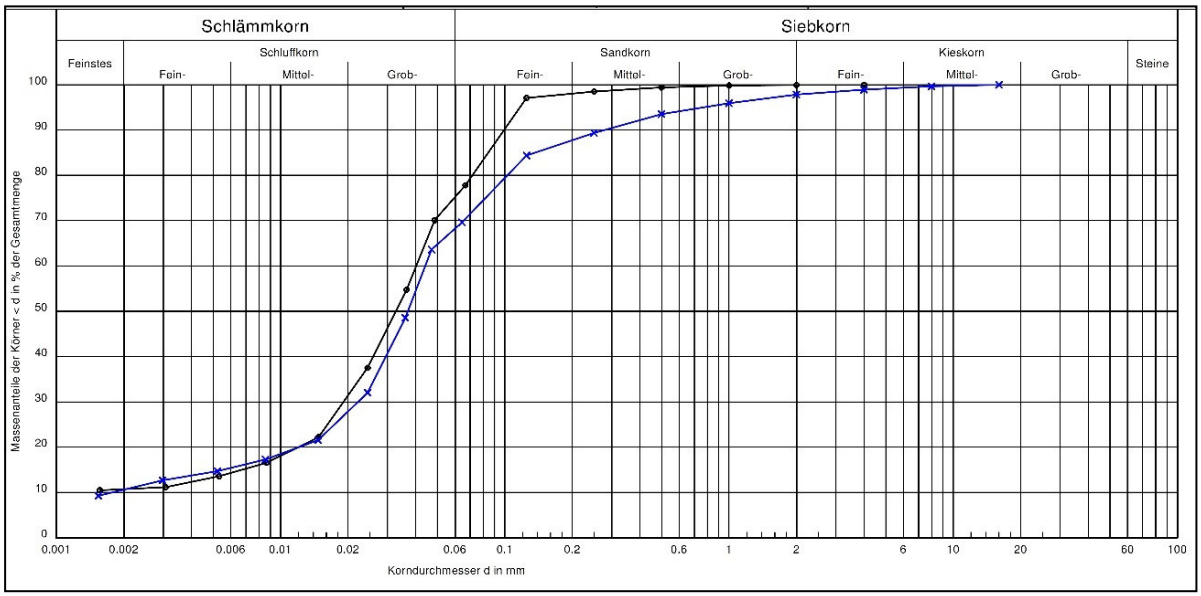


Abbildung 6: Spektrum der Korngrößenverteilungen der Lösslehme

Die Lehme setzen sich überwiegend aus Schluffen mit schwach bis stark sandigen, schwach bis untergeordnet auch stark tonigen Nebenanteilen zusammen. Die Bodengruppe nach DIN 18196 ist UL (leichtplastische Schluffe). Untergeordnet können auch die Bodengruppen UM (mittelplastische Schluffe) und TM (mittelplastische Tone) vorliegen.

Das Spektrum der natürlichen Wassergehalte liegt zwischen

w = 17,7 - 21,1 Gew.-%

und der mittlere Wassergehalt liegt bei

$$w_{m,Löss} = 19{,}8 \text{ Gew.-\%}.$$

Die Lösslehme besitzen in der Regel weiche bis überwiegend steife Konsistenzen.

Zu Schicht V: Geschiebelehme / -mergel (Saale - Kaltzeit)

Unterhalb der Lösslehme bzw. der Auffüllungen folgen dann im Bereich der Untersuchungspunkte Nr. Q 6 bis Q 8 sowie R 1 bis R 2 quartäre (glaziale) Geschiebelehme /Geschiebemergel (Saale - Kaltzeit, Grundmoränenablagerungen). Die Geschiebelehme / -mergel werden bis in variierende Tiefen von 4,6 m bis 9,3 m unter GOK angetroffen. Im Bereich der Untersuchungspunkte Q 7, R 1 und R 2 wurde die Unterkante der Geschiebelehme / -mergel bis zur Bohrendtiefe von t = 6 m nicht erreicht, sodass davon auszugehen ist, dass sich die Böden zur Tiefe hin weiter fortsetzen. Die Bohrung RKB Q 8 konnte aufgrund eines unüberwindbaren Bohrwiderstandes nicht weiter abgeteuft werden. Es ist wahrscheinlich, dass die Bohrung auf einem größeren Geschiebe oder Findling aufstand. Aufgrund der Ergebnisse der schweren Rammsondierungen ist jedoch davon auszugehen, dass sich die Lockergesteine auch hier zur Tiefe hin weiter fortsetzen.

Die zuoberst anstehenden Geschiebelehme sind in der Regel entkalkt während der Geschiebemergel kalkhaltig ist. Das Spektrum der Korngrößenverteilungen der Geschiebelehme stellt sich mit Verweis auf nachfolgende Abbildung wie folgt dar:

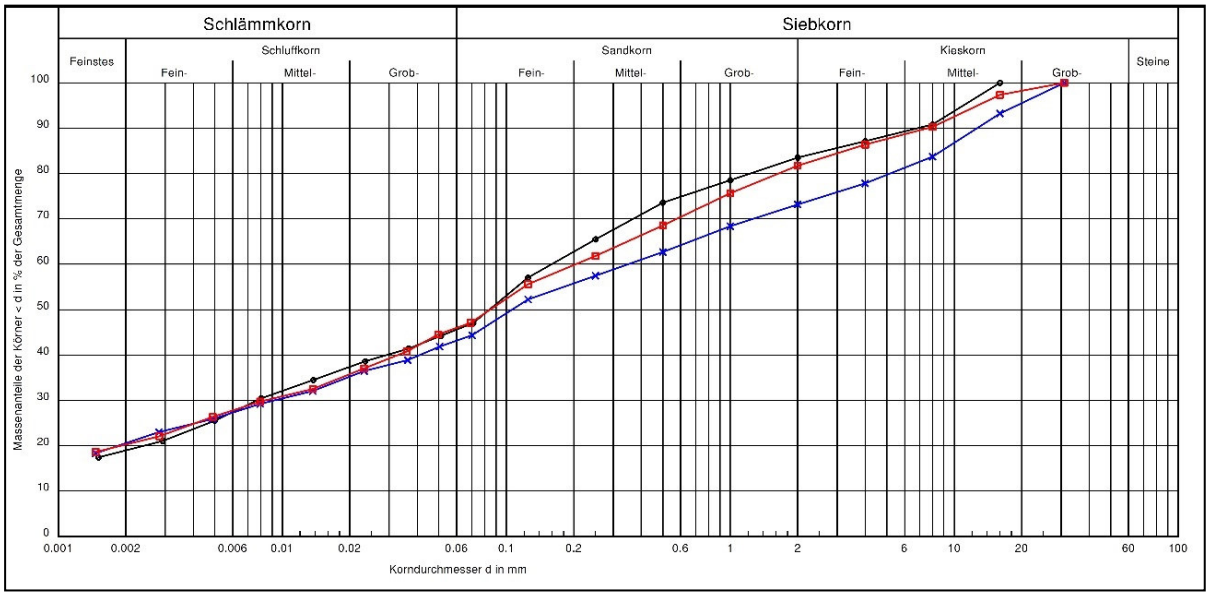


Abbildung 7: Spektrum der Korngrößenverteilungen der Geschiebelehme

Anhand der ermittelten Zustandsgrenzen (siehe Anlagenteil 6) wird den Tonbestandteilen die prägende Bodeneigenschaft zugewiesen, sodass die Hauptbodenart Ton ist, der von schluffigen, sandigen und kiesigen Nebenanteilen in unterschiedlichen Mengenverhältnissen durchsetzt ist. Untergeordnet wurden auch Geschiebekiese in Form von stark tonigen, schwach schluffigen, sandigen bis stark sandigen Kiesen sowie sandige, tonige Schluffe angetroffen. Gemäß der DIN 18196 sind die Bodengruppen in der Regel TM (mittelplastische Tone) sowie untergeordnet auch UM (mittelplastische Tone), GT*(Kies - Ton Gemische; 15 bis 40 Gew.-% ≤ 0,063 mm), GU* (Kies - Schluff Gemische; 15 bis 40 Gew.-% ≤ 0,063 mm) und GU (Kies - Schluff Gemische; 5 bis 15 Gew.-% ≤ 0,063 mm).

Die natürlichen Wassergehalte liegen zwischen

w = 14,7 - 17,3 Gew.-%

und der mittlere Wassergehalt liegt bei

$w_{m,G\text{-}Lehm}$ = 15,9 Gew.-%.

Die Konsistenzen der Geschiebelehme variieren zwischen weich und überwiegend steif. Untergeordnet werden auch halbfeste Konsistenzen angetroffen. Die Kiesanteile sind überwiegend mitteldicht gelagert.

Zu Schicht VII: Tonmergel / Tonstein (Jura, Lias)

Das Grundgebirge wird im Untersuchungsbereich aus Tonsteinen und Tonmergelsteinen des Lias/Jura gebildet. Die Oberfläche des in der Regel oberflächennah zu Ton zersetzten, dunkelgrauen Tonmergels bzw. Tonsteins wurde durch folgende Bohrungen ab den folgenden Tiefen erbohrt:

- Bohrung Q 2: ab 11,5 m unter GOK
- Bohrung Q 4: ab 8,3 m unter GOK
- Bohrung Q 5: ab 5,5 m unter GOK
- Bohrung Q 6: ab 4,6 m unter GOK
- Sondierung Q 8: ab 9,3 m unter GOK

Oberflächennah ist der Tonmergel / -stein als vollständig zu Ton zersetzt zu beschreiben. Er besitzt demnach eine lockergesteinsartige Struktur mit einer Kornverteilung von schwach bis stark schluffigen, stark sandigen, schwach kiesigen Tonen. Sofern man sie einem Lockergestein gleichstellen will, entsprechen sie Tonen der Bodengruppe TM mit überwiegend halbfesten bis festen Konsistenzen.

Das nach DIN 18123 ermittelte Wasseraufnahmevermögen nach Ensslin wurde an einer Probe (siehe Anlagenteil 6.6) ermittelt und liegt bei

$$\mathbf{w_b = 49{,}5\ Gew.\text{-}\%.}$$

Das Wasseraufnahmevermögen ist als niedrig einzustufen. Es ist davon auszugehen, dass der untersuchte Boden keine gefährlichen quellfähigen Tonminerale aufweist. Quellfähige Tonböden werden von Schultze/Muhs in „Bodenuntersuchungen für Ingenieurbauten“ aus 1967, Seite 442 als bauwerksgefährdend angesehen, wenn sie ein Wasseraufnahmevermögen von deutlich mehr als 100 Gew.-% aufweisen. Zum Vergleich: Böden mit Montmorilonitteilchen können sogar Aufnahmevermögen von 300 – 700 Gew.-% aufweisen.

3.4 Geotechnische Systemschnitte

Die vorstehend erläuterte, wechselnde Schichtenfolge ist in den geotechnischen Systemschnitten in den Anlagen 2.4 bis 2.7 zusammengefasst. Der Schichtenaufbau ist schematisch dargestellt, so dass entsprechend der Natur geologischer Körper zwischen den Bohrpunkten mit Abweichungen von den idealisierten Linien zu rechnen ist.

3.5 Grundwasser

Grundwasser wurde im Rahmen der Bohrungen in folgenden Abschnitten angetroffen:

- **Untersuchungspunkte Q 1/2 bis Q 5:**
  - **Tiefen:** 1,7 m bis 5,3 m unter GOK
  - **absolute Höhe:** 109,1 mNN bis 111,7 mNN
  - **Schichten:** Auffüllungen (Schicht II) und fluviatile Talablagerungen (Schicht III)
- **Untersuchungspunkte R 1 bis R 2:**
  - **Tiefen:** 2,1 m bis 2,7 m unter GOK
  - **absolute Höhe:** 105,4 mNN bis 108,5 mNN
  - **Schichten:** Lösslehme (Schicht IV)

Teilweise wurden, sofern der Wasserstand innerhalb des Bohrloches nicht mit Hilfe des Kabellichtlotes messbar war, die Grundwasserstände auch anhand von „zugefallenen“ Bohrlöchern oder besonders „nassen“ Böden abgeleitet. Die nachfolgende Tabelle gibt die entsprechenden Grundwasserhöhen für die entsprechenden Bohrungen detailliert an.

Tabelle 9: Grundwasserstände innerhalb der Bohrlöcher

Rammkern-bohrung [n]	**Tiefe GW unter GOK** [m]	**Absolute GW-Höhe** [mNN]	**Besonderheit** (unter GOK / absolute Höhe)	**Baugrundschicht**
Q 1/2	4,1	109,9	-	Auffüllungen
Q 2	-	-	zugefallen (3,7 m / 109,1 mNN)	fluviatile Talablagerungen
Q 3	-	-	zugefallen (1,7 m / 111,7 mNN)	Auffüllungen
Q 4	5,3	108,0	-	fluviatile Talablagerungen

Rammkern-bohrung [n]	**Tiefe GW unter GOK** [m]	**Absolute GW-Höhe** [mNN]	**Besonderheit** (unter GOK / absolute Höhe)	**Baugrundschicht**
Q 5	-	-	zugefallen (4,2 m / 109,2 mNN)	fluviatile Talablage-rungen
R 1	-	-	zugefallen (2,7 m / 108,5 mNN)	Lösslehme
R 2	-	-	zugefallen (2,1 m / 105,4 mNN)	Lösslehme

(*) GW = Grundwasser; GOK = Geländeoberkante

Aufgrund der Feinkörnigkeit der überwiegend angetroffenen Lehme (Auffüllungen, fluviatile Talablagerungen, Lösslehme und Geschiebelehme) und der damit verbundenen geringen Wasserdurchlässigkeit ist außerdem jahreszeitlich bedingt mit Schichtenwasser und Staunässe zu rechnen.

3.6 Bodenmechanische Kennwerte

Die charakteristischen Bodenkennwerte sowie die Homogenbereiche werden aufgrund der Bohr- und Sondierergebnisse sowie regionaler Erfahrungen und einschlägiger Tabellenwerke wie folgt abgeschätzt:

Tabelle 10: Charakteristische Bodenkennwerte GK 2/3, Lockergesteine

Parameter		Schicht I:	Schicht II:	Schicht III:	Schicht IV:	Schicht V:	Schicht VII:
1	Homogenbe-reich (DIN 18300 und 18319:2015-08) **Lösbarkeit**	DIN 18320 Landschafts-bauarbeiten	LÖS-A	LÖS-B		LÖS-C	LÖS-D
2	Homogenbe-reich (DIN 18300 und 18319:2015-08) **Einbaufähig-keit**	DIN 18320 Landschafts-bauarbeiten	EIN-A	EIN-B (hier ausge-nommen ggf. deutlich organi-sche Böden!)	EIN-B	EIN-C	EIN-D
3	Ortsübliche Bezeichnung	Oberboden	Auffüllungen	fluviatile Talab-lagerungen	Lösslehme (Weichsel - Kaltzeit)	Geschiebe-lehme / -mer-gel (Saale - Kaltzeit)	Tonmergel / Tonstein (Jura, Lias) hier: oberste Verwitterungs-rinde in Form von Tonen
4	Bodengruppe (DIN 18196)	OU, (UL)	sehr heterogen: s. Kapitel 3.2	UL, (SU*, OU, UM)	UL, (UM, TM)	TM, (UM, GU, GU*, GT*)	TM

Parameter		Schicht I:	Schicht II:	Schicht III:	Schicht IV:	Schicht V:	Schicht VII:
5	Korngrößenverteilungen/Bodenarten	U, t', s - s*, g', h' - h*	T, u, s' - s*, g'' - g, h'' bis U, t' - t, s - s, g'' - g, h'' bis G, s - s*, u'' - u*, h	U, t' - t, s - s*, g', h' - h* (S, u)	U, t' - t, s' - s*	T, s - s*, g (G, t*, u', s - s*) (U, t, s)	T, u' - u*, s, g'
6	Anteil Steine und Blöcke [%]	0 - 10	0 - 15	5 - 10	0 - 5	10 - 20	10 - 20
7	Anteil große Blöcke [%]	0 - 1	0 - 2	0 - 5	0 - 1	5 - 15	5 - 15
8	Dichte, feucht [g/cm³]	1,7 - 1,9	1,9 - 2,1	1,9 - 2,0	1,9 - 2,0	1,9 - 2,0	1,9 - 2,1
9	Undränierte Scherfestigkeit c_u [kN/m²]	-	sehr heterogen: s. Kapitel 3.2	20 - 150	10 - 100	60 - 400	150 - 400
10	Wassergehalt [%]	5 - 15	10 - 30	10 - 30	15 - 25	15 - 25	20 - 40
11	Konsistenz	-	Lehmanteile: steif; (halbfest - fest)	weich - steif	steif (weich - steif)	weich - steif (halbfest)	halbfest - fest
12	Konsistenzzahl I_c [-]	-	Lehmanteile: 0,75 - >1,00	0,50 - 1,00	0,75 - 1,00	0,50 - 1,00	> 1,00
13	Plastizitätszahl I_p [-]	-	Lehmanteile: 0,04 - 0,25	0,04 - 0,10	0,05 - 0,10	0,15 - 0,25	0,15 - 0,30
14	Lagerungsdichte bzw. Lagerung	-	Kiesanteile: locker - mitteldicht	Sandlinse: locker - maximal mitteldicht	-	Kiesanteile: mitteldicht	-
15	Organischer Anteil v_{gl} [%]	3 - 10	0 - 5	0 - 5	0 - 3	0 - 2	-
16	Kalkgehalt [/]	-	-	-	-	Geschiebelehme: kalkfrei Geschiebemergel: kalkhaltig	-
17	Wichte γ_k [kN/m³]	15 - 17	18 - 20	18 - 19	18 - 19	18 - 19	18 - 20
18	Reibungswinkel φ'_k [Grad]	-	27,5 - 32,5	27,5 - 30,0	27,5 - 30,0	25,0 - 27,5	25,0 - 30,0

Parameter		Schicht I:	Schicht II:	Schicht III:	Schicht IV:	Schicht V:	Schicht VII:
19	Kohäsion c'_k [kN/m²]	-	0 - 10	3 - 5	3 - 5	8 - 10	10 - 20
20	Steifeziffer $E_{s,k}$ [MN/m²]	-	5 - 10	5 - 10	3 - 7	10 - 30	20 - 60
21	Probenbezeich-nung chemi-sche Analysen	MP Q1 MP Q6 MP Q10 MP R1	EP Q3 MP Q4 MP Q5 EP S7 MP S3 MP S4 MP S5	MP Q5 MP Q7 MP Q8	EP Q9 MP Q11 MP R2	MP Q12 MP R3	MP Q8 MP Q12
22	Einbauklasse nach LAGA (ungünstigst)	Z 1.1 Z 2 Z 1.1 Z 2	Z 0 Z 1.2 Z 0 Z 1.1 Z 1.1 Z 1.1 Z 0	Z 0 Z 0 Z 2	Z 1.2 Z 0 Z 0	Z 1.2 Z 1.1	Z 2 Z 1.2
23	Deponieklasse nach DepV	DK 0° DK 0° DK 0° DK 0°	DK 0 DK 0 DK 0 DK 0 DK 0° DK 0° DK 0°	DK 0 DK 0 DK 0°	DK 0 DK 0 DK 0	DK 0° DK 0°	DK 0° DK 0°

Zu Parameter: 3 - 5, 11: nach Bodenansprache

Zu Parameter 14: nach Schwerer Rammsondierung (DPH)

Restliche Parameter: Schätzwerte

() = Klammerwerte sind von geringer Bedeutung

3.7 Chemische Untersuchungen gemäß LAGA und DepV

Hinsichtlich der Wiederverwertung und Deponierung der Ausbaumaterialien wurden für chemische Untersuchungen repräsentative Einzel- und Mischproben wie folgt zusammengestellt und homogenisiert (vgl. Tabelle 11):

Tabelle 11: Probenzusammenstellung

Proben-bezeichnung (*)	Zusammen-setzung (RKB, SCH, Einbaulage)	Teufe von - bis [m]	Material	Untersuchungsumfang
MP Q1	Q1/1.1 – Q1/1.3 Q1/2.1	0,00 – 0,44 0,00 – 0,23	Auffüllung Kies, Asphaltbruch, Flusskies, Felsbruch, Keramik, Organik	LAGA-Bauschutt / DepV
EP Q2	Q1/1.4	0,44 – 0,70	Auffüllung Sand	LAGA-Boden / DepV
EP Q3	Q1/2.2	0,23 – 0,74	Auffüllung Kies, verlehmter Felsbruch	LAGA-Boden / DepV
MP Q4	Q1/2.3 Q2.2 – Q2.3 Q3.2 Q4.2 – Q4.3 Q5.2	0,74 – 3,00 0,27 – 2,90 0,38 – 3,10 0,18 – 4,50 0,22 – 0,87	Auffüllung Schluff, gerundete Kiese Auffüllung Ton, Bauschutt <10%	LAGA-Boden / DepV
MP Q5	Q1/2.4 – Q1/2.5 Q2.4 Q3.3 Q4.4 – Q4.6	3,00 – 6,00 2,90 – 8,00 3,10 – 6,00 4,50 – 8,30	Auffüllung Schluff, Organik, Flusskies	LAGA-Boden / DepV
MP Q6	Q2.1 Q3.1 Q4.1 Q5.1	0,00 – 0,27 0,00 – 0,38 0,00 – 0,18 0,00 – 0,22	Oberboden, Schluff	LAGA-Boden / DepV
MP Q7	Q2.5 Q5.4 – Q5.5	8,00 – 11,50 2,10 – 5,50	Schluff Sand	LAGA-Boden / DepV
MP Q8	Q2.6 – Q2.7 Q4.7 Q5.6	11,50 – 12,30 8,30 – 8,80 5,50 – 6,00	Ton	LAGA-Boden / DepV
EP Q9	Q5.3	0,87 – 2,10	Schluff	LAGA-Boden / DepV
MP Q10	Q7.1 Q8.1 – Q8.2	0,00 – 0,21 0,00 – 0,80	Oberboden, Schluff	LAGA-Boden / DepV
MP Q11	Q7.2 – Q7.3 Q8.3	0,21 – 2,10 0,80 – 3,30	Schluff	LAGA-Boden / DepV
MP Q12	Q6.6 – Q6.7 Q7.4 – Q7.5 Q8.4 – Q8.6	1,00 – 5,00 2,10 – 6,00 3,30 – 6,10	Ton Kies	LAGA-Boden / DepV
MP S3	S1.3 Q6.3 S2.3	0,40 – 0,60 0,38 – 0,60 0,40 – 0,60	Ton	LAGA-Boden / DepV
MP S4	S1.4 Q6.4 S2.4	0,60 – 0,80 0,60 – 0,80 0,60 – 0,80	Ton	LAGA-Boden / DepV
MP S5	S1.5 Q6.5 S2.5	0,80 – 1,00 0,80 – 1,00 0,80 – 1,00	Ton	LAGA-Boden / DepV

Proben-bezeichnung (*)	Zusammen-setzung (RKB, SCH, Einbaulage)	Teufe von - bis [m]	Material	Untersuchungsumfang
EP S6	Q6.1	0,00 – 0,24	Oberboden Schluff, Ziegelbruch	LAGA-Bauschutt / DepV
EP S7	Q6.2	0,24 – 0,38	Auffüllung Kies, Ziegelbruch	LAGA-Bauschutt / DepV
MP R1	R1.1 R2.1	0,00 – 0,48 0,00 – 0,32	Oberboden, Schluff	LAGA-Boden / DepV
MP R2	R1.2 – R1.3 R2.2 – R2.3	0,48 – 4,50 0,32 – 4,80	Schluff	LAGA-Boden / DepV
MP R3	R1.4 R2.4	4,50 – 6,00 4,80 – 6,00	Ton	LAGA-Boden / DepV

(*) EP = Einzelprobe; MP = Mischprobe

3.7.1.1 LAGA-Bauschutt

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen nach LAGA-Bauschutt sind in den Anlagen 3.1 und 3.2 den Zuordnungswerten Z 0 bis Z 2 gegenübergestellt. Daraus lassen sich folgende Zuordnungsklassen (siehe Tabelle 12) gemäß LAGA-Bauschutt ableiten.

Tabelle 12: Deklarationsanalyse nach LAGA-Bauschutt

Proben-bezeichnung	Ursachen für die Zuordnungsklasse		Einbauklasse
	Feststoff	Eluat	
MP Q1	$\sum PAK_{16}$	-	**Z 1.1**
EP S6	$\sum PAK_{16}$	-	**Z 2**
EP S7	$\sum PAK_{16}$	-	**Z 1.1**

3.7.1.2 LAGA-Boden

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen nach LAGA-Boden sind in den Anlagen 3.3 bis 3.9 den Zuordnungswerten Z 0 bis Z 2 gegenübergestellt. Es lassen sich folgende Zuordnungsklassen (siehe Tabelle 13) gemäß LAGA-Boden (2004) ableiten.

Tabelle 13: Deklarationsanalyse nach LAGA-Boden (2004)

Proben-bezeichnung	Ursachen für die Zuordnungsklasse		Einbauklasse
	Feststoff	Eluat	
EP Q2	Arsen	-	**Z 1.1**
EP Q3	-	-	**Z 0**
MP Q4	-	Sulfat	**Z 1.2**
MP Q5	-	-	**Z 0**
MP Q6	TOC	-	**Z 2**
MP Q7	-	-	**Z 0**
MP Q8	-	Sulfat	**Z 2**
EP Q9	-	Sulfat	**Z 1.2**
MP Q10	TOC	-	**Z 1.1**
MP Q11	-	-	**Z 0**
MP Q12	TOC, Arsen	-	**Z 1.2**
MP S3	TOC	-	**Z 1.1**
MP S4	TOC	-	**Z 1.1**
MP S5	-	-	**Z 0**
MP R1	$\sum PAK_{16}$	-	**Z 2**
MP R2	-	-	**Z 0**
MP R3	TOC	-	**Z 1.1**

3.7.1.3 Deponieverordnung (DepV)

In den Anlagen 3.10 bis 3.15 sind die jeweils analysierten Schadstoffgehalte den Zuordnungswerten der DK 0 – DK III gegenübergestellt.

Die ableitbaren Deponieklassen - unter Berücksichtigung zulässiger Ausnahmeregelungen gemäß der DepV - für die durch die Proben jeweils repräsentierten Materialien können der nachfolgenden Tabelle 14 entnommen werden.

Tabelle 14: Deklarationsanalyse nach DepV

Proben-bezeichnung	Ursachen für die Deponieklasse		Deponieklasse gem. DepV	Abfallschlüssel gem. AVV
	Feststoff	Eluat		
MP Q1	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
EP Q2	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
EP Q3	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
MP Q4	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
MP Q5	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
MP Q6	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
MP Q7	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
MP Q8	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
EP Q9	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
MP Q10	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
MP Q11	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
MP Q12	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
MP S3	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
MP S4	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
MP S5	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
EP S6	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
EP S7	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
MP R1	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
MP R2	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
MP R3	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**

° : Zulässige Anpassungen der Deponieklassen, die z. T. einer behördlichen Zustimmung bedürfen, können den Anlagen 3.10 bis 3.13 und 3.15 entnommen werden.

4 Gutachterliche Empfehlungen

4.1 Geländeauftrag / Dammbau

Die Oberbodenschicht darf aufgrund ihrer organischen Bestandteile nicht überbaut werden. Sie muss vor Aufnahme der Bauarbeiten abgeschoben und seitlich zwischengelagert werden, um sie später einer Wiederandeckung zuzuführen. Sie kann dann für

die geplante 20 cm mächtige Andeckung der Sichtschutzwälle mit Oberboden wiederverwertet werden.

Nach dem erfolgten Abschieben der Oberböden kann der Bau der Sichtschutzwälle beginnen. Wie bereits beschrieben wurde, kommen für den Dammbau voraussichtlich überwiegend die

- **Lösslehme der Schicht IV**

sowie die

- **Auffüllungen der Schicht II**

aus den Abtragsstrecken für den Bau der Bahntrasse in Frage.

Die Lösslehme der Schicht IV sind für den Dammbau wiederverwertbar. Sofern die Auffüllungen verhältnismäßig homogen sind und die Organikanteile nicht zu hoch sind, werden auch die anthropogenen Auffüllungen der beschriebenen „Bodendeponie“ für den Bau der Sichtschutzwälle geeignet sein.

Die Anlage 6.2 enthält bespielhaft Proctorkurven gemäß der DIN 18127 für die Lösslehme sowie für die aufgefüllten Lehme. Gemäß den bestimmten Wassergehalten gemäß der DIN 18121 der Anlage 6.1 besitzen die Lösslehme bzw. die aufgefüllten Lehme Wassergehalte in einem Spektrum von w = 14,1 % bis 20,6 %. Der 95 % - Grenzwassergehalt (nasse Seite) bei einem Mindestverdichtungsgrad von D ≥ 95 % der einfachen Proctordichte D_{Pr} liegt bei w = 14,1 % bis 16,2 %, was auf eine

Bodenverbesserung (Bindemittelzugabe)

mit einer voraussichtlichen Bindemittelzugabe in einer Menge von 1 - 3 Gew.-% Weißfeinkalk (CaO) schließen lässt. Bei regnerischen Verhältnissen ist die Bindemittelart und -menge abweichend von vorgenannten Empfehlungen zu wählen. Es sind dann höhere Bindemittelmengen erforderlich.

Das Planum ist vor einer Vernässung zu schützen. Wir empfehlen, die Dammbauarbeiten nur bei trockener Witterung durchzuführen. Sollte das Planum doch nachträglich

vernässen und stark aufgeweichte Lehme auf dem Planum anstehen, werden zusätzliche Stabilisierungsmaßnahmen (bspw. Bindemittelverbesserung) auf dem Planumsniveau erforderlich.

Vor Aufnahme der Bauarbeiten muss durch die Bauunternehmung eine Eignungsprüfung erstellt werden, um in Abhängigkeit der natürlichen aktuellen Wassergehalte die tatsächliche erforderliche Bindemittelzugabemenge festzulegen. Wir empfehlen darüber hinaus, die Bodenverbesserung mit Bindemittel in einem Probebau zu prüfen.

Die Vermischung des Bindemittels mit dem Boden kann entweder mit einer Fräse oder mit einem Schaufelseparator vorgenommen werden. Die homogenisierten Baustoffe sind mit Proctorenergie dünnlagig (d ≤ 30 cm) im Überprofil einzubauen. Nach Erreichen der Dammendhöhe sind die im Überprofil erstellten Böschungspartien mit einer glatten Baggerschneide abzuziehen.

Gemäß der ZTV E - Stb ist für die Sichtschutzwälle ein Mindestverdichtungsgrad von

D = 95 % der Proctordichte D_{Pr}

zu erfüllen. Die Verdichtungsqualität der bindemittelverbesserten Dammbaulagen ist durch Dichtebestimmungen (bspw. Zylinderentnahmen und / oder Proctorversuche) zu prüfen.

Die Böschungsoberflächen sind mit Oberboden wieder anzudecken und zum Schutz vor Erosion unverzüglich zu bepflanzen.

Mögliche Einschnittsböschungen dürfen innerhalb der beschriebenen Böden unter einer maximalen Neigung von 1 : 1,8 (β = 29,1°) frei abgeböscht werden. Sie sind ebenfalls mit Oberboden anzudecken und zum Schutz vor Erosion unverzüglich zu bepflanzen. Im Bereich von Einschnittsböschungen kann es im Bereich von hoch anstehendem Grundwasser ggf. auch zum Austritt von Sickerwasser kommen. Hier sind dann im Bereich der Sichtschutzwälle ggf. Sickerscheiben / Flächenfilter aus einem Filterkies 16/32 mm aufzulegen. Sie sind dann zum Schutz vor einem Eintrag von Fein-

und Feinstanteilen aus den Umgebungsböden in ein Filtervlies einzuschlagen. Die genaue Ausbildung der Sickerscheiben / Flächenfilter ist dann ggf. vor Ort mit den zuständigen Baugrundgutachtern abzustimmen.

4.2 Allgemeine Setzungsbetrachtungen

Für die bis zu maximal etwa 2 m bis 3 m hohen Sichtschutzwälle werden sich Verformungen an der Geländeoberfläche (Setzungen) einstellen. Es sind die beiden Setzungsanteile

- Dammeigensetzungen und
- Konsolidierung der unterlagernden Böden (überwiegend Lehme)

zu unterscheiden.

Dammeigensetzungen:

Erfahrungsgemäß ist davon auszugehen, dass selbst bei sehr guter Verdichtung der Dammbaustoffe mit Verdichtungsgraden D ≥ 95% der einfachen Proctordichte D_{Pr} mit Dammeigensetzungen in der Größenordnung von etwa 0,2 bis 1,0 % zu rechnen ist. Für die maximal 3 m hohe Geländeauffüllungen werden sich demnach Eigensetzungen von schätzungsweise

$$\mathbf{s_{Damm} = rd.\ 0{,}5\ cm\ bis\ 3\ cm}$$

einstellen. Bei ordnungsgemäßem Einbau ist davon auszugehen, dass die Setzungen innerhalb der Auffüllmassen etwa 3 - 6 Monate nach Fertigstellung überwiegend abgeklungen sein werden.

Konsolidierung der unterlagernden Böden:

Aus den zukünftigen Sichtschutzwällen mit einer maximalen Höhe von 3 m resultiert bei einer vereinfacht angenommenen Wichte von γ_k = 20 kN/m³ eine maximale Flächenlast von

$$\mathbf{p = 60\ kN/m^2}$$

auf den Untergrund. In dem Anlagenteil 7 wurde vereinfacht mit dem Berechnungsprogramm GGU - FOOTING eine Grundbruch- und Setzungsberechnung für die ungünstigste Schichtung im Bereich des Untersuchungspunktes RK/DPH Q 2 durchgeführt. Der Sichtschutzwall wird dabei vereinfachter Weise als ein Streifenfundament dargestellt. Für die beschriebene Schichtung ergeben sich dann im ungünstigsten Fall Konsolidationssetzungen von schätzungsweise

s_{Lehm} = rd. 1,5 cm bis 3,0 cm.

(bei mittleren Dammkronenbreiten von 1 m bis 3 m). Auch die Konsolidationssetzungen der Lehme unter Auflast werden nach etwa 3 - 6 Monaten größtenteils vollzogen sein.

5 Weitere Hinweise

Sämtliche im Baugrundbericht genannten Höhen und Höhenbezüge sind im Zuge der Maßnahme bauseits zu prüfen. Bei Unstimmigkeiten mit dem Baugrundbericht bitten die Unterzeichner um unverzügliche Benachrichtigung.

Baugrundaufschlussuntersuchungen basieren zwangsläufig auf punktförmigen Aufschlüssen, so dass Abweichungen von den vorstehend beschriebenen Verhältnissen zwischen den Untersuchungsstellen nicht völlig ausgeschlossen werden können. Die Ingenieurgesellschaft PTM Dortmund mbH behält sich daher eine Überprüfung der Situation im Zuge förmlicher Abnahmen der Aushubsohlen, gegebenenfalls auch ergänzende Ausführungshinweise, vor.

Der Baugrundbericht gilt für die in Abschnitt 2 angegebenen Objekte im Zusammenhang mit den Projektdaten. Eine Übertragung der Untersuchungsergebnisse auf andere Projekte ist ohne Zustimmung der Ingenieurgesellschaft PTM Dortmund mbH nicht zulässig.

INGENIEURGESELLSCHAFT **PTM** DORTMUND MBH

.....	.....
Dipl. Lök. Natascha Kosfeld	Kristin Schauerte, M. Eng.
.....	.....
Dipl. Ing. Burghard Dietrich	Isabel Stewen, M. Sc.