

Geotechnischer Bericht

Zertifiziert nach
DIN EN ISO 9001:2000
DQS Reg.-Nr. 005051 QM

Bauvorhaben: Lärmsanierung an den Schienenwegen des Bundes

Teilobjekt: Knoten Mühlacker
Lärmschutzwand 1
Strecke 4800 Stuttgart - Bretten
km 44,981 - km 45,906 rdB

Auftraggeber: DB ProjektBau GmbH
Regionales Projektmanagement
Lärmsanierung
Schwarzwaldstraße 82
76137 Karlsruhe

Auftragsnummer: PF40749-01

Bearbeiter: Dipl.-Geol. Sebastian Bauersfeld

Dieser geotechnische Bericht umfasst 21 Seiten und 8 Anlagen und darf auszugsweise nicht veröffentlicht werden.

Karlsruhe, 05.06.2012


.....
i. A. Dipl.-Ing. Klaus Besser


.....
i. A. Dipl.-Geol. Sebastian Bauersfeld

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Einleitung	4
1.1 Unterlagen	4
1.2 Vorgang / Aufgabenstellung	4
1.3 Aufschlussarbeiten und Laboruntersuchungen	5
2 Darstellung und Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse	7
2.1 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse	7
2.1.1 Bauwerksgeometrie	7
2.2 Geologische Situation	8
2.3 Baugrundverhältnisse - Schichtenaufbau und Kennwerte	8
2.4 Hydrologische Verhältnisse	10
2.5 Baugrundmodell	10
2.6 Bodenrechenwerte	11
2.7 Rammfähigkeit des Untergrundes	11
3 Gründungstechnische Schlussfolgerungen / Empfehlungen	13
3.1 Allgemeines	13
3.2 Gründung auf Rammpfählen	13
3.3 Gründung auf Bohrpfählen	15
3.4 Pfahlwiderstände quer zur Pfalachse	17
3.5 Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen	18
3.6 Abfalltechnische Beurteilung der Aushubmassen	18
3.6.1 Durchgeführte Untersuchungen	18
3.6.2 Untersuchungsergebnisse	18
3.6.3 Verwertung/Entsorgung	19
3.6.4 Bewertung	20
3.7 Baugrubensicherung und Wasserhaltung	20
3.8 Einfluss der Baumaßnahmen auf angrenzende Bebauung / Gleisanlagen	20
4 Zusammenfassung / Schlussbemerkungen	21

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Abkürzungsverzeichnis	1 Blatt
Anlage 2	Lage- und Aufschlussplan	2 Blatt
Anlage 3	Baugrundprofile	2 Blatt
Anlage 4	Bodenphysikalische Laborversuche	
	4.1 Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze	4 Blatt
	4.2 kombinierte Sieb-/Schlamm-analyse	3 Blatt
Anlage 5	Abfalltechnische Laboruntersuchungen mit Auswertung	12 Blatt
Anlage 6	Suchschlitzprotokolle	10 Blatt
Anlage 7	Fotodokumentation	5 Blatt
Anlage 8	Schreiben Dr.-Ing. Raithel: Lärmschutzwände auf horizontal belasteten Pfählen bei zyklischen/dynamischen Einwirkungen – Versuchsergebnisse und Berechnungsansätze	14 Blatt

1 Einleitung

1.1 Unterlagen

Neben den gegenwärtig gültigen Normen, Richtlinien und Vorschriften für Erd- und Grundbau standen für die Erstellung dieses Geotechnischen Berichtes folgende Unterlagen zur Verfügung:

- /U 1/ Beauftragung vom 17.01.2012 durch DB ProjektBau GmbH (Abruf Nr. VEY/86/40987137) auf der Grundlage unseres Angebotes vom 20.12.2012
- /U 2/ Lagepläne 1-7 mit Eintrag der geplanten Lärmschutzwände Streckenabschnitt Knoten Mühlacker, DB Netz AG GmbH, Vorabzug, Oktober 2011
- /U 3/ Ergebnisse der Aufschlussarbeiten der Fa. INGAMA, Sigmaringen, April 2012
- /U 4/ Laborergebnisse der DB International GmbH, Baugrund, Mai 2012
- /U 5/ Chemische Laboruntersuchungen, Prüfbericht Nr. CWA12-09692-1, Wessling GmbH, Labor Walldorf, Mai 2012
- /U 6/ Ril 836 Erdbauwerke und sonstige geotechnische Bauwerke planen, bauen und instand halten, 1. Aktualisierung, 01.10.2008
- /U 7/ RIL 804.5501 Lärmschutzanlagen an Eisenbahnstrecken, 01.06.2010
- /U 8/ EA-Pfähle; Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V., Verlag Ernst & Sohn, 2007
- /U 9/ Grundbautaschenbuch Teil 1: Geotechnische Grundlagen und Teil 3: Gründungen; 6. Auflage; Verlag Ernst & Sohn, 2001
- /U 10/ Geologische Karte von Baden-Württemberg, Blatt 7018 Pforzheim Nord, Maßstab 1:25.000, Geologisches Landesamt Baden-Württemberg, Freiburg 1984
- /U 11/ Verwaltungsvorschrift (VwV) des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14. März 2007

1.2 Vorgang / Aufgabenstellung

Im Zuge der Lärmsanierung an Schienenwegen des Bundes ist im Bereich des Knotens Mühlacker die Errichtung einer Lärmschutzwand (LSW 1) an der Strecke 4800 Stuttgart - Bretten von km 44,981 bis km 45,906 rechts der Bahn (rdB) vorgesehen.

Die DB International GmbH, Baugrund wurde von der DB ProjektBau GmbH auf der Grundlage unseres Angebotes /U 1/ beauftragt, den Baugrund im Bereich der geplanten Lärmschutzwand zu erkunden und einen Geotechnischen Bericht mit Angabe von Gründungsempfehlungen zu erstellen. Im Rahmen des Auftrages ist ferner die Schadstoffbelastung der Böden in einer orientierenden Analyse zu ermitteln.

1.3 Aufschlussarbeiten und Laboruntersuchungen

Die Aufschlussarbeiten wurden unter unserer fachtechnischen Begleitung durch die Firma Ingama, Sigmaringen vom 10.04. bis 16.04.2012 durchgeführt. Zur Erkundung des vorhandenen Baugrundes und Entnahme von gestörten Bodenproben wurden im Bereich der geplanten LSW insgesamt 10 Rammkernsondierungen (RKS) und 10 Rammsondierungen (DPH) mit Zielteufen von 10,0m niedergebracht. Ein Teil der Aufschlüsse konnten aufgrund von zu hoher Eindringwiderstände nicht bis zur Zielteufe niedergebracht werden.

Im Bereich der geplanten Lärmschutzwand befindet sich insgesamt 1 Eisenbahnüberführungsbauwerk (EÜ Rößlesweg ca. km 45,512). Zur Erkundung eventueller Mauersporne, Mauerfüße, etc. wurden im Bereich des Widerlagers Stuttgart und einer anschließenden Stützmauer insgesamt 7 DPH (6/2 und 6/3a-f) ausgeführt. Wir gehen davon aus, dass die Ergebnisse dieser Hinderniserkundung analog für das Widerlager Bretten übernommen werden können.

Die vorhandene Kabel- und Leitungssituation im Bereich der geplanten LSW wurde mit der Ausführung von insgesamt 10 EBA-Schürfen im Bereich der Ansatzpunkte der DPH/RKS ermittelt. Die angetroffenen Kabel wurden in ihrer Lage zur Gleisachse und in der Höhenlage ein gemessen. Die Dokumentation dieser Schürfe erfolgt in Anlage 6.

Gemäß den Auskünften des Regierungspräsidiums Stuttgart, Kampfmittelbeseitigungsdienst, ist im Untersuchungsbereich lokal mit Kampfmittelverdacht zu rechnen. Die Sondierungen wurden entsprechend in den freigegebenen Bereichen durchgeführt.

Die Lage der in Tabelle 1 aufgelisteten Aufschlüsse ist in der Anlage 2 dargestellt. Die zugehörigen Baugrundprofile und Sondierdiagramme sind bezogen auf Schienenoberkante in Anlage 3 Blatt 1-2 aufgetragen.

Tabelle 1: Übersicht der durchgeführten Aufschlüsse

Aufschluss- Bezeichnung	Auf- schluss- Nr	Kilometer	Lage zur Strecke	Höhe- Ansatzpunkt [m zu SO]	Endtiefe [m zu GOK]	Endtiefe [m zu SO]
LSW 1, bahnrechts						
RKS	1	44,995	4,40 m rdB	-0,68	4,40*	-5,08
DPH	1	44,995	4,80 m rdB	-0,69	4,60*	-5,29
RKS	2	45,100	3,50 m rdB	-0,60	7,60*	-8,20
DPH	2	45,100	3,20 m rdB	-0,55	10,00	-10,55
RKS	3	45,200	3,50 m rdB	-0,60	6,30*	-6,90
DPH	3	45,200	3,80 m rdB	-0,60	10,00	-10,60
RKS	4	45,313	5,40 m rdB	-1,20	9,30*	-10,50
DPH	4	45,313	5,60 m rdB	-1,20	10,00	-11,20
RKS	5	45,400	5,10 m rdB	-0,50	10,00	-10,50
DPH	5	45,400	4,60 m rdB	-0,50	8,50*	-9,00
RKS	6/1	45,505	5,50 m rdB	-0,60	9,20*	-9,80
DPH	6/1	45,505	5,60 m rdB	-0,60	9,30*	-9,90
DPH	6/2	45,509	3,00 m rdB	-0,15	7,00	-7,15
DPH	6/3/a	45,507	6,90 m rdB	-1,00	0,80*	-1,80
DPH	6/3/b	45,507	7,70 m rdB	-1,00	0,80*	-1,80
DPH	6/3/c	45,507	8,50 m rdB	-1,00	0,80*	-1,80
DPH	6/3/d	45,507	9,40 m rdB	-1,00	0,80*	-1,80
DPH	6/3/e	45,506	6,90 m rdB	-1,00	1,00*	-2,00
DPH	6/3/f	45,506	8,40 m rdB	-1,00	7,00	-8,00
RKS	7	45,597	3,85 m rdB	-0,78	8,30*	-9,08
DPH	7	45,597	3,95 m rdB	-0,78	8,00*	-8,78
RKS	8	45,695	4,20 m rdB	-0,78	10,00	-10,78
DPH	8	45,695	3,70 m rdB	-0,80	10,00	-10,80
RKS	9	45,787	4,10 m rdB	-0,50	10,00	-10,50
DPH	9	45,787	3,40 m rdB	-0,50	10,00	-10,50
RKS	10	45,900	3,50 m rdB	-0,60	10,00	-10,60
DPH	10	45,900	3,40 m rdB	-0,60	10,00	-10,60

* vorzeitiger Abbruch; GOK: Geländeoberkante; SO Schienenoberkante

Alle Aufschlüsse wurden auf Schienenoberkante und Gleisachse ein gemessen. Die Entnahme der gestörten Bodenproben erfolgte je lfd. Meter bzw. bei Schichtwechsel. Dabei wurden 56 gestörte Bodenproben entnommen. Die einzelnen, auf Bohrmeisterangaben beruhenden, handschriftlichen Schichtenverzeichnisse /U 3/ können bei Bedarf im Archiv der DB International GmbH, Baugrund eingesehen werden.

Alle entnommenen Bodenproben wurden nach DIN 4022 spezifiziert. Zur genaueren Klassifizierung der Bodenarten in Bodengruppen nach DIN 18196 und Bodenklassen nach DIN 18300 sind ausgewählte Bodenproben bodenphysikalischen Untersuchungen unterzogen worden /U 4/.

Im Einzelnen wurden ausgeführt:

- 4 x Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN 18122 - LM,
- 1 x kombinierte Sieb-/Schlammmanalyse nach DIN 18123.

Die Ergebnisse der Laboruntersuchungen können der Anlage 4 entnommen werden.

2 Darstellung und Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse

2.1 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse

Der Untersuchungsbereich der LSW 1 liegt bahnrechts der Strecke 4800 Stuttgart – Bretten zwischen km 44,981 und km 45,906. Die Gesamtlänge der bis ca. 2,50 m ü. SO hohen LSW soll somit 925 m betragen. Geografisch liegt der Untersuchungsbereich in der Ortslage der Gemeinde Mühlacker im Landkreis „Enzkreis“ in Baden-Württemberg.

Der Streckenabschnitt verläuft im erkundeten Bereich in Geländegleichlage, bzw. lokal in einer niedrigen Dammlage. An der Station ca. km 45,512 befindet sich die Eisenbahnüberführung (EÜ) „Rößlesweg“. Zwischen ca. 45,300 und ca. km 45,505 befindet sich rechts der Bahn der Bahnsteig des Haltepunktes „Mühlacker-Rößlesweg“.

2.1.1 Bauwerksgeometrie

Die im Widerlagerbereich Stuttgart der EÜ „Rößlesweg“ bei ca. km 45,509 am Standort ca. 2,50 m rdB, d.h. in ca. 1,00 m augenscheinlichem Abstand zum Widerlager, niedergebrachte DPH (DPH 6/2) konnte bis zu einer Endteufe von 7,15 m u. SO abgeteuft werden.

Zur Erkundung von Hindernissen im Bereich der rdB in der Verlängerung des Widerlagers anschließenden Flügelstützmauer wurde weitere DPH's niedergebracht. Die am Standort ca. km 45,507 rdB, d.h. in ca. 1,00 m Abstand zur Stützmauer in verschiedenen Abständen (von ca. 6,90-9,40 m rdB in jeweils 1m-Schritten), niedergebrachten DPH's (DPH 6/3/a-d) mussten durchgehend bei ca. 0,80 m u. GOK aufgrund eines Hindernisses abgebrochen werden. Ebenso musste die am Standort ca. km 45,506 ca. 6,90 m rdB ausgeführte DPH (DPH 6/3/e) bei ca. 1,00 m u. GOK abgebrochen werden. Die am Standort ca. km 45,506 ca. 8,40 m rdB ausgeführte DPH (DPH 6/3/f) konnte dagegen bis ca. 7,00 m u. GOK abgeteuft werden.

Wir gehen davon aus, dass die Ergebnisse dieser Hinderniserkundung vermutlich analog für das Widerlager Bretten übernommen werden kann.

2.2 Geologische Situation

Entsprechend /U 10/ stehen im Untersuchungsgebiet im tieferen Untergrund die Festgesteine des Gipskeupers (Kalkstein-Mergelstein-Gips-Wechselfolgen) und des Oberen Muschelkalkes (Kalksteine, Dolomite), sowie deren Verwitterungsprodukte als Gehängeschutte (tonige Kiese und Sande) oder Residualtone (sandig-kiesige Tone) an. Oberflächennah folgen im Bereich der Hänge Löße und Lößlehme (feinsandige Schluffe und Tone), sowie im Talbereich der Enz Auenablagerungen (Tone, organischen Tone und Torfe).

Durch den Bau der Eisenbahntrasse sind an der Oberfläche neben dem Gleisschotter anthropogene Auffüllungen unterschiedlichster Qualität zu erwarten. Dabei ist bei Verwendung von regional vorkommenden Lockergesteinen eine zweifelsfreie Unterscheidung zwischen Auffüllung und gewachsenem Boden nicht immer möglich.

Im Zuge unserer Arbeiten wurden geringmächtigen nicht bindigen Auffüllungen der Dammschüttung, Lößlehme und Residualtone, sowie entfestigte Muschelkalkgesteine in Form von tonigen Sanden, erkundet.

2.3 Baugrundverhältnisse - Schichtenaufbau und Kennwerte

Im Bereich der niedrigen Dammlagen wurden geringmächtige (ca. 0,50-1,80 m) Auffüllungen aus schwach tonigen bis tonigen oder schluffigen Kiesen der Bodengruppen [GT], [GT*] und [GU*] in überwiegend lockerer Lagerung erkundet.

Unterhalb der Auffüllungen, bzw. in Abschnitten ohne Auffüllungen direkt unterhalb der GOK finden sich durchgehend bindige Böden der Bodengruppen TL, TM in weicher, weich bis steifer und steifer, im tieferen Untergrund lokal auch halbfester bis fester Konsistenz. Diese bindigen Böden reichen im Abschnitt ca. km 45,150 bis km 45,906 bis zur erreichten Endteufe bei ca. 9,00 bis ca. 10,80 m u. SO.

In der RKS 2 werden die bindigen Böden ab ca. 4,80 m u. SO bis ca. 8,20 m u. SO von entfestigtem Festgestein in Form von schwach tonigen Sanden der Bodengruppen ST in überwiegend mitteldichter Lagerung unterlagert. Ab ca. 8,20 m u. SO musste die RKS aufgrund von zu hohem Bohrwiderstand abgebrochen werden. Nach Bohrmeisterangaben befanden sich in der Sondierspitze Hinweise auf Festgestein (Kalkstein). Die RKS 1, 3 und 7 mussten ebenfalls in Tiefen von ca. 5,10 -9,10 m u. SO aufgrund von zu hohem Bohrwiderstand abgebrochen werden.

Dies könnte ein Hinweis auf einen Festgesteinshorizont ab dieser Tiefe sein oder einer hohen Mantelreibung in den halbfesten bindigen Böden geschuldet sein. Aufgrund des Bohrrasters von

100-200 m und der geologischen Entstehungsgeschichte der Böden kann ein Höher liegen eines eventuellen Festgesteinshorizontes nicht generell ausgeschlossen werden. Die detaillierten Schichtenverläufe sind der Anlage 3 zu entnehmen.

Den erkundeten Böden lassen sich die in der folgenden Tabelle 2 enthaltenen Kennwerte (Laboruntersuchung an repräsentativen Einzelproben sowie regionale Erfahrungswerte) zuordnen.

Tabelle 2: Bodenkennwerte und Zuordnungen

	Auffüllungen	anstehender Boden		
	Kiese	Tone		Sande
Bodengruppe n. DIN 18196	[GT], [GT*], [GU*]	TL, TM	TL, TM	ST
Kornanteil $d \leq 0,063$ mm [%]	-	64,5...95,2	34,0*	-
Kornanteil $d > 2,0$ mm [%]	-	1,9...10,6*	0,5*	-
Ungleichförmigkeitszahl U [-]	-	-	-	-
natürl. Wassergehalt w_n [%]	-	20,0...24,8*	-	-
Fließgrenze w_L [%]	-	29,4...48,3*	-	-
Plastizitätsgrenze w_P [%]	-	16,8...21,3*	-	-
Plastizitätszahl I_P [%]	-	11,3...27,0*	-	-
Konsistenzzahl I_c [-]	-	0,55...0,87*	--	-
Konsistenz	-	weich, weich-steif, steif	halbfest, fest	-
Lagerungsdichte	locker - mitteldicht	-	-	mitteldicht
Durchlässigkeitswert k_f [m/s]				
nach USBR/Bialas	-	-	-	-
Erfahrungswerte	$10^{-4} \dots 10^{-7}$	$10^{-6} \dots 10^{-10}$	$10^{-6} \dots 10^{-10}$	$10^{-4} \dots 10^{-7}$
Durchlässigkeit nach DIN 18 130	durchlässig bis schwach durchlässig	schwach bis sehr schwach durchlässig	schwach bis sehr schwach durchlässig	durchlässig bis schwach durchlässig
Bodenklasse nach DIN 18 300	[GT*], [GU*]: 4 [GT]: 3	4	4	3
Bodenklasse nach DIN 18301	BN 1-2	BB 2	BB 3-4	BN 1
Frostempfindlichkeit nach ZTVE - StB 94	[GT*], [GU*]: F 3 [GT]: F 2	F 3	F 3	F2

Die Tabellenwerte sind Einzelergebnisse, keine Mittelwerte.

2.4 Hydrologische Verhältnisse

Während der vom 10.-16.04.2012 durchgeführten Aufschlussarbeiten wurde bis zur erkundeten Endteufe von ca. 5,10 bis ca. 10,80 m u. SO kein Grundwasser angetroffen. Die handspezifizierten Böden konnten durchgehend als trocken bis maximal erdfeucht angesprochen werden. Aus den erkundeten Schichten besitzen nur die geringmächtigen, aufgefüllten Kiesschichten, sowie die im Abschnitt km 44,981 bis ca. km 45,150 ab einer Tiefe von ca. 3,30 - 4,80 m u. SO anstehenden Sande eine mittlere Durchlässigkeit. Die erkundeten bindigen Schichten sind nur als schwach bis sehr schwach durchlässig zu bezeichnen.

2.5 Baugrundmodell

Im Ergebnis der Baugrunderkundungen und der bodenmechanischen Untersuchungen lässt sich für den Untersuchungsbereich ein Baugrundmodell entwickeln, welches für die Bewertung der Baugrundverhältnisse herangezogen wird. Dabei wurden Böden mit annähernd gleichen bodenphysikalischen und bodenmechanischen Eigenschaften in Schichten zusammengefasst.

1 Auffüllung (Dammschüttung)

d = 0,5...1,8 m

Schicht 1.1 - Auffüllung: Kies schw. Tonig
überwiegend locker gelagert
Klassifikation lt. DIN 18196

⇒ **[GT]**

Schicht 1.2 - Auffüllung: Kies, tonig/schluffig
überwiegend locker gelagert
Klassifikation lt. DIN 18196

⇒ **[GT*], [GU*]**

2 Tone (Lößlehme)

d = 0,6...9,3 m

Schicht 2.1 - Ton, leicht bis mittelpastisch

Schicht 2.1.1 - weich

Schicht 2.1.2 - weich bis steif, steif

Klassifikation lt. DIN 18196

⇒ **TM, TL**

3 Tone (Residualtone)

d = 2,8...>4,1 m

Ton, leicht plastisch

Schicht 3.1 halbfest, halbfest bis fest

Klassifikation lt. DIN 18196

⇒ **TM, TL**

4 Sande (entfestigte Muschelkalkgesteine)

d ≥ 3,6 m

Schicht 4.1 Sand, schwach tonig

überwiegend mitteldicht lagert

Klassifikation lt. DIN 18196

⇒ **ST**

2.6 Bodenrechenwerte

Den erkundeten Baugrundsichten können aus den Laborversuchen und Erfahrungen für erdstatische Berechnungen folgende charakteristische Berechnungskennwerte zugeordnet werden. Die Angabe des dynamischen Steifemoduls erfolgte in Anlehnung an das Grundbautaschenbuch, Teil 1 /U 9/.

Tabelle 3: Charakteristische Bodenrechenwerte

Schicht	Bodengruppe DIN 18196	Lagerungs- dichte / Konsistenz	Wichte		Scherfestigkeit		Steifemodul $E_{s,k}$ statisch [MN/m ²]	Steifemodul $E_{s,k}$ dynamisch [MN/m ²]
			über Wasser γ_k [kN/m ³]	unter Auftrieb γ'_k [kN/m ³]	Reibungs- winkel φ'_k [°]	Kohäsion $c'_k / c_{u,k}$ ¹⁾ [kN/m ²]		
1.1	[GT]	locker	17,5	10,0	30,5	0 / -	17	100
1.2	[GT*], [GU*]	locker	18,5	11,0	30,0	0 / -	12	90
2.1.1	TL, TM	weich	18,5	8,5	22,5	2,0 / 25	4	25
2.1.2	TL, TM	weich bis steif	19,0	9,0	22,5	5,0 / 40	4-8	40
3.1	TL, TM	halbfest bis fest	20,5	10,5	25,0	8,0 / 60	15	80
4.1	ST	mitteldicht	18,0	10,5	35,5	0 / -	35	150

¹⁾ bei Ansatz von c_u beträgt der dazugehörige Reibungswinkel $\varphi_u = 0$

Die angegebenen Bodenkennwerte sind charakteristische Kenngrößen und sind für statische Berechnungen mit den entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerten gem. DIN 1054 ab zu mindern.

2.7 Rammfähigkeit des Untergrundes

Die erkundeten Baugrundsichten bestehen aus geringmächtigen nicht bindigen Auffüllungen der Dammschüttung, Lößlehm (Tone in weicher bis steifer Konsistenz) und Residualtonen (sandig-kiesige Tone in halbfester bis fester Konsistenz), sowie entfestigten Muschelkalkgesteinen in Form von tonigen Sanden in mitteldichter Lagerung.

Eine Klassifizierung der Böden hinsichtlich ihrer Rammfähigkeit (z.B. nach DIN-Norm) gibt es nicht. Die nachfolgende Einschätzung basiert auf der Grundlage der erkundeten Bodenarten, Lagerungsdichten bzw. Konsistenzen und den Erfahrungen.

Tabelle 4: Rammfähigkeit des Untergrundes

Schicht	Bodenart	Rammfähigkeit
1.1, 1.2	Auffüllung: Kies, locker, mitteldicht	leicht bis mittelschwer rammfähig
2.1.1, 2.1.2	Tone, weich, weich bis steif	leicht bis mittelschwer rammfähig
3.1	Tone, halbfest bis fest	schwer bis sehr schwer rammfähig
4.1	Sande, mitteldicht	schwer bis sehr schwer rammfähig

In aufgefüllten Böden ist generell mit Steinen, Blöcken, o.ä. zu rechnen, die die Rammfähigkeit des Untergrundes wesentlich verschlechtern können. In Abhängigkeit der Ergebnisse der Rammsondierungen werden die nicht bindigen Auffüllungen (Schichten 1.1 und 1.2) bei lockerer bis mitteldichter Lagerung als leicht bis mittelschwer rammfähig eingeschätzt.

Die anstehenden Tone in weich bis steifer Konsistenz (Schichten 2.1.1 und 2.1.2) sind leicht bis mittelschwer rammfähig.

Die Rammfähigkeit der anstehenden Tone in halbfester bis fester Konsistenz (Schicht 3.1), sowie der Sande in mitteldichter Lagerung (Schicht 4.1) wird als schwer bis sehr schwer eingeschätzt. Aufgrund der geologischen Entstehungsgeschichte ist innerhalb der Schichten 3.1 und 4.1 das Auftreten von Steinen und Blöcken nicht generell auszuschließen. Aus diesem Grund sind für diese Schichten Rammhilfen wie Spülen oder Vorbohren einzuplanen.

Zur Minimierung der dynamischen Anregung des Bodens und somit der Schwingung-Einflüsse auf angrenzende Bebauungen sind möglichst erschütterungsarme Verfahren anzuwenden. Die verwendeten Rammgeräte sind in ihrer Leistung den Bodenverhältnissen anzupassen (wird ein zu kleines Rammgerät verwendet, so dass kaum Rammfortschritt erzielt wird, wird ein Großteil der Rammenergie in Schwingungsenergie verwandelt). Wir empfehlen frequenzgesteuerte, variable Mäklär zum Einbringen der Rohre zu verwenden.

Im Bereich von vorhandenen Einbauten (OL-Masten, Signale, etc.) ist der Abstand der vorgesehenen Rohre möglichst groß zu halten. Im Zuge der Bauausführung ist ein Freilegen von Gründungselementen (z.B. zur Herstellung der Pfahlköpfe) vor dem Einbringen der Rohre möglichst zu vermeiden.

Die Rammrohre sind nach Möglichkeit vertikal geführt einzubringen, um ein erneutes Ausrichten durch „Verziehen“ der teilweise eingebrachten Rohre und dadurch entstehende Hohlräume zu vermeiden.

3 Gründungstechnische Schlussfolgerungen / Empfehlungen

3.1 Allgemeines

Die geplante Lärmschutzwand 1 ist 925 m lang. Erfahrungsgemäß erfolgt die Gründung einer LSW über Stahlrammrohre mit einem Durchmesser von ca. 50 cm. Alternativ kann die Lärmschutzwand auf Bohrpfählen gegründet werden.

Flachgründungen werden aufgrund der überwiegend wirkenden Querkräfte und Momente z.B. aus den Windlasten als Sonderlösung (z.B. im Bereich von Eisenbahnüberführungen) ausgeführt.

Nachfolgend wird auf die Gründung mit Ramm- und Bohrpfählen eingegangen. Angaben für Flachgründungen bzw. für Gründungen durch Mikropfähle können in Abhängigkeit der Lage bei Bedarf nachgearbeitet werden.

Die Bemessung der Pfähle kann z. B. mit dem von Raithel (siehe Anlage 8) modifizierten „Verfahren nach Vogt“ erfolgen. Das Verfahren nach Vogt wird bei Raithel dahingehend modifiziert, dass für den zyklisch / dynamischen Lastanteil ein dynamischer Sicherheitsbeiwert in die Berechnungen einfließt. Dieser Sicherheitsbeiwert wird in Abhängigkeit der Entwurfsgeschwindigkeit und den zulässigen Verformungen ermittelt.

Für eine angenommene Entwurfsgeschwindigkeit von $v_E = 160$ km/h ergibt sich der dynamische Sicherheitsbeiwert ($\eta_{P, \text{zykl.}}$) zwischen 2,25 (größere zulässige Verformungen) und 2,75 (kleine zulässige Verformungen).

Die Grenzzustandsgleichung für die Grenzlaster H_g und das Grenzmoment M_g des „Berechnungsverfahrens nach Vogt“ (1988) ergibt sich somit folgendermaßen (Sicherheitsbeiwert für statische Lasten $\eta_{P, \text{stat.}}$; und für Wechsellasten: $\eta_{P, \text{zykl.}}$):

$$H_{\text{stat}} \cdot \eta_{P, \text{stat.}} + H_{\text{zykl.}} \cdot \eta_{P, \text{zykl.}} < H_g$$

$$M_{\text{stat}} \cdot \eta_{P, \text{stat.}} + M_{\text{zykl.}} \cdot \eta_{P, \text{zykl.}} < M_g$$

Für die Anwendung des Verfahrens empfehlen wir einen Sicherheitsbeiwert von $\eta_{P, \text{stat.}} = 2,0$ und $\eta_{P, \text{zykl.}} = 2,75$ anzusetzen.

3.2 Gründung auf Rammpfählen

Die Hinweise zur Rammfähigkeit der einzelnen Schichten können dem Abschnitt 2.7 entnommen werden. Das Einbringen der Rammpfähle sollte erschütterungsarm erfolgen, um Schäden an der Gleisanlage zu vermeiden. Durch die Rammarbeiten ist mit geringen Verdichtungssetzungen zu rechnen. Beim Rütteln oder Einvibrieren der Rammpfähle sind zusätzlich Geräte zur Hindernisbergung bzw. Beseitigung vorzuhalten.

Um die auftretende Vibrationseinwirkung in den Baugrund sowie die Lärmbelastung zu reduzieren, wäre die Möglichkeit des Vorbohrens gegeben. Diese Bohrung sollte dann möglichst mindestens 1,0 m über dem Pfahlfuß enden, um eine ausreichende Tragfähigkeit des Pfahlfußes zu ermöglichen, sofern die Untergrundverhältnisse einen Ansatz von Pfahlspitzendruck erlauben. Bei der Anwendung des Vorbohrens bzw. bei Einsatz von Spülhilfen sind zur Bemessung die in Tabelle 6 angegebenen Abminderungsfaktoren zu berücksichtigen.

Die Einbindung der Rammträger müsste nach EA-Pfähle /U 8/ mindestens 2,5 m in tragfähige Schichten erfolgen. Gemäß /U 8/ gelten rollige Böden mit einem Spitzenwiderstand der Drucksonde $q_c \geq 7,5 \text{ MN/m}^2$ und bindige Böden mit einer Scherfestigkeit des undrained Boden $c_{u,k} \geq 0,1 \text{ MN/m}^2$ als ausreichend tragfähig und somit relevant für den Ansatz eines Pfahlspitzenwiderstandes.

Das heißt, die Träger müssen im vorliegenden Fall mindestens 2,5 m in die halbfesten, bindigen Böden (Schicht 3.1) oder in die mitteldicht gelagerten Sande (Schicht 4.1) einbinden. Aus geotechnischer Sicht kann aufgrund der nur minimal auftretenden Vertikalkräfte bei der Gründung von Lärmschutzwänden auf die nach EA Pfähle /U 8/ geforderte Mindesteinbindetiefe der Pfähle von 2,5 m in den tragfähigen Horizont verzichtet werden. Durch den Statiker muss jedoch nachgewiesen werden, dass die auftretenden Kräfte schadfrei in den Untergrund abgeleitet werden können. Sollte die Schichtdicke der Lockergesteinsböden nicht ausreichend sein um die auftretenden Kräfte abzuleiten, sollten die Rammpfähle mindestens 0,5 m in einen Felshorizont einbinden. Diese Einbindung kann jedoch nur durch umfangreiche Auflockerungsbohrungen bzw. Vorbohrungen realisiert werden.

In der nachfolgenden Tabelle 5 werden die zur Vorbemessung erforderlichen Pfahlkennwerte für Rammpfähle in Anlehnung an die EA-Pfähle angegeben. Die Anpassungsfaktoren für die unterschiedlichen Pfahltypen für Mantelreibung und Spitzendruck sind noch nicht berücksichtigt.

Tabelle 5: Pfahlspitzenwiderstand und Pfahlmantelreibung für Rammpfähle nach EA Pfähle

Nr.	Bodenart	Pfahlspitzenwiderstand $q_{b,k} \text{ [MN/m}^2\text{]}$	Pfahlmantelreibung $q_{s,k} \text{ [MN/m}^2\text{]}$
1.1, 1.2	Auffüllung: Kies, schw. tonig bis tonig/schluffig, locker bis mitteldicht	---	---
2.1.1	Lößlehm, weich	---	0,002
2.1.2	Lößlehm, steif		0,008
3.1	Residualtone, halbfest	0,35 / 0,60 ¹⁾	0,02
4.1	Felsersatz: Sand, schw. tonig, mitteldicht	5,00 / 6,00 ¹⁾	0,04

¹⁾ in Abhängigkeit von bezogener Pfahlkopfssetzung nach EA-Pfähle /U 8/

Die Mächtigkeit der tragfähigen Böden unterhalb der Pfahlfußfläche darf bei $d = 0,5$ m ein Maß von 2,5 m (5 x Pfahldurchmesser) nicht unterschreiten. Sofern dies nicht gewährleistet ist, empfehlen wir, sicherheitshalber keinen Spitzendruck anzusetzen.

Des Weiteren gelten die Angaben für Einzelpfähle unter Beachtung der Hinweise und Forderungen der EA-Pfähle /U 8/.

Sofern Rammhilfen, beim Einbringen der Ramppfähle zum Einsatz kommen, sind die in Tabelle 6 angegebenen Abminderungsfaktoren zu berücksichtigen.

Tabelle 6: Abminderungsfaktoren

	Vorbohren			Spülhilfe
Mantelreibung	0,5	bei $d - d_B \leq 50$ mm		0,9
	0,6	bei $d - d_B > 50$ mm		
	1,0	bei $d - d_B > 150$ mm		
Spitzendruck	1,0 ¹⁾			1,0 ¹⁾

d Pfahl- Ø bzw. -breite

d_B Ø Bohrung

¹⁾ gilt nur, wenn Rammhilfe 1,0 m oberhalb der Pfahlspitze endet

3.3 Gründung auf Bohrpfählen

Eine Gründung mittels Bohrpfählen ist lediglich als Sonderkonstruktion im Bereich von Bauwerken vorgesehen. Je nach Baugrundsituation sollen hier ggf. Bohrpfähle im Bereich vor den vorhandenen Bauwerken erstellt werden und die Lärmschutzwände auf Torsionsbalken gegründet werden. Der Vorteil dieser Gründungsvariante besteht in der Einflussnahme auf vorhandene Hindernisse, welche zum Teil überbohrt und ggf. auch durch Meißelarbeiten beseitigt werden können. Die auftretende Lärmemission ist in Abhängigkeit der gewählten Geräte meist geringer als bei Ramppfahlgründungen. Durch die geringere dynamische Einwirkung auf den Untergrund sind zwar Verdichtungssetzungen nicht auszuschließen, sie werden im Allgemeinen jedoch deutlich minimiert.

Für die Ermittlung der Tragfähigkeit von Bohrpfählen werden Spitzendruck- und Mantelreibungswerte benötigt. Die Einbindung der Bohrpfähle müsste nach EA-Pfähle /U 8/ mindestens 2,5 m in tragfähige Schichten erfolgen. Gemäß /U 8/ gelten rollige Böden mit einem Spitzenwiderstand der Drucksonde $q_c \geq 7,5$ MN/m² und bindige Böden mit einer Scherfestigkeit

des undrÄnirten Boden $c_{u,k} \geq 0,1 \text{ MN/m}^2$ als ausreichend tragfÄhig und somit relevant fÄr den Ansatz eines Pfahlsitzenwiderstandes.

Das heit, die TrÄger mÄssen mindestens 2,5 m in die halbfesten, bindigen BÄden (Schicht 3.1) oder in die mitteldicht gelagerten Sande (Schicht 4.1) einbinden. Aus geotechnischer Sicht kann aufgrund der nur minimal auftretenden VertikalkrÄfte bei der GrÄndung von LÄrmschutzwÄnden auf die nach EA PfÄhle /U 8/ geforderte Mindesteinbindetiefe der PfÄhle von 2,5 m in den tragfÄhigen Horizont verzichtet werden. Durch den Statiker muss jedoch nachgewiesen werden, dass die auftretenden KrÄfte schadfrei in den Untergrund abgeleitet werden kÄnnen. Sollte die Schichtdicke der LockergesteinsbÄden nicht ausreichend sein um die auftretenden KrÄfte abzuleiten, sollten die RammpfÄhle mindestens 0,5 m in einen Felshorizont einbinden. Diese Einbindung kann jedoch nur durch umfangreiche Auflockerungsbohrungen bzw. Vorbohrungen realisiert werden.

In der nachfolgenden Tabelle 7 werden die zur Vorbemessung erforderlichen BohrpfÄhlkennwerte in Anlehnung an die EA-PfÄhle /U 8/ angegeben.

Tabelle 7: Pfahlsitzenwiderstand und Pfahlmantelreibung fÄr BohrpfÄhle nach EA PfÄhle

Nr.	Bodenart	Pfahlsitzenwiderstand $q_{b,k}$ [MN/m ²]	Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m ²]
1.1, 1.2	AuffÄllung: Kies, schw. tonig bis tonig/schluffig, locker bis mitteldicht	--	0,03
2.1.1	LÄlehm, weich	--	0,015
2.1.2	LÄlehm, steif	--	0,027
3.1	Residualtone, halbfest	0,35/0,45/0,80 ¹⁾	0,080
4.1	Felsersatz: Sand, schw. tonig, mitteldicht	0,80/1,05/2,30 ¹⁾	0,100

¹⁾ in AbhÄngigkeit von bezogener PfÄhlkopfsetzung nach EA-PfÄhle

Die angegebenen Werte gelten fÄr BohrpfÄhle ($D = 0,30 - 3,0 \text{ m}$). Die MÄchtigkeit der tragfÄhigen BÄden unterhalb der PfahlfuflÄche darf bei $d = 0,5 \text{ m}$ ein Ma von 1,5 m ($3 \times$ PfÄhldurchmesser) nicht unterschreiten. Sofern dies nicht gewÄhrleistet ist, empfehlen wir, sicherheitshalber keinen Spitzendruck anzusetzen.

Des Weiteren gelten die Angaben fÄr EinzelpfÄhle unter Beachtung der Hinweise und Forderungen der EA-PfÄhle /U 8/.

Wir empfehlen, die angegebenen PfÄhlkennwerte im Zuge der PfÄhlbohrungen zu ÄberprÄfen und ggf. zu prÄzisieren.

3.4 Pfahlwiderstände quer zur Pfahlachse

Querwiderstände dürfen nur für Pfähle mit einem Pfahlschaftdurchmesser $D \geq 0,30$ m bzw. einer Kantenlänge $a \geq 0,30$ m angesetzt werden. Der charakteristische Querwiderstand darf dabei durch charakteristische Werte des horizontalen Bettungsmoduls beschrieben werden.

Der horizontale Bettungsmodul $k_{s,k}$ lässt sich grob abschätzen nach der Gleichung:

$$k_{s,k} = E_{s,k} / D_s \quad \text{mit } E_{s,k} \dots \text{ charakteristischer Wert des Steifemoduls} \\ D_s \dots \text{ Pfahldurchmesser}$$

Die Anwendung dieser Formel gilt für Pfahldurchmesser $D \leq 1,0$ m und einem Höchstwert der Horizontalverschiebung von $y = 2$ cm bzw. $y = 0,03 \cdot D$, wobei der kleinere Wert maßgebend ist. Bei einem Pfahldurchmesser von 0,5 m ergibt sich somit eine maximale Horizontalverschiebung von $0,03 \cdot 0,5$ m = 1,5 cm. Bei größeren Verformungen sind die Bettungsmoduli ab zu mindern. Bei der Ermittlung des horizontalen Bettungsmoduls ist ebenfalls eine Gruppenwirkung der Pfähle zu berücksichtigen. Bei einem Pfahlabstand, der dem zweifachen Pfahldurchmesser entspricht, ist der Bettungsmodul mit dem Faktor 0,75 ab zu mindern.

In Absprache mit dem AG empfehlen wir, die zulässige horizontale Pfahlkopfverschiebung auf einen Wert von < 2 cm zu begrenzen.

Gemäß Ril 804.0501 vom 01.06.2010, Abschnitt 5.4 /U 7/ ist für den Bettungsverlauf der Pfahlgründung davon auszugehen, dass ab Oberkante Erdreich der Steifemodul mit 0 beginnend über eine Tiefe von 3,0 m linear auf seinen Maximalwert ansteigt und unterhalb einer Tiefe von 3,0 m, den ggf. schichtbezogenen Maximalwert beibehaltend, konstant verläuft. Die statischen und dynamischen Steifemoduli für die jeweiligen Böden können der Tabelle 3 des vorliegenden Berichts entnommen werden. Die dynamischen Steifemoduli können dabei für das vereinfachte Berechnungsverfahren für Lärmschutzwände angenommen werden. Für eine Berechnung nach dem exakten Verfahren müssten diese Moduli genauer bestimmt werden (z.B. durch dynamische Messungen).

Während in nichtbindigen Sanden im obersten Pfahlbereich i. A. keine Bettungsausfälle zu erwarten sind, ist beim Vorhandensein von bindigen Böden mit einem Bettungsausfall bis zu einer Tiefe von ca. $1,0 \cdot$ Pfahldurchmesser zu rechnen. Dementsprechend ist für diesen Bereich keine Bettung anzusetzen.

Im vorliegenden Fall bestehen die obersten Bereiche überwiegend aus aufgefüllten gemischtkörnigen, bzw. anstehenden bindigen Böden. Die geplanten Gründungen kommen in eventuellen Dammbereichen nahe an der Böschungskante bzw. in der Böschung zu liegen, so dass wir hier empfehlen, den oberen Bereich bis $1,0 \cdot \text{Pfahldurchmesser}$ nicht anzusetzen und den Bettungsmodul-Verlauf von diesem Niveau bis auf 3,0 m unter GOK linear bis zum Maximalwert der entsprechenden Schicht ansteigend anzusetzen.

3.5 Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen

Als Aushubmassen fallen für die Herstellung der Pfahlkopfplatte überwiegend nicht bindige Auffüllungen der Schichten 1.1, 1.2, bzw. anstehende Böden der Schichten 2.1.1 und 2.1.2 an. Diese Böden können in Bereichen ohne besondere Anforderungen an Durchlässigkeit, Verdichtungsgrad, Frostempfindlichkeit usw. als Auffüllmaterial o.ä. eingesetzt werden.

Fremdbestandteile wie Wurzeln, Bauschutt, Schlacke o.ä. sind vor einer Wiederverwendung der Böden auszusondern.

Die vorgenannten Aussagen beziehen sich ausschließlich auf die bautechnische Wiederverwendbarkeit von Aushubböden. Vor einer Wiederverwendung sind die Ergebnisse von abfalltechnischen Untersuchungen unbedingt zu berücksichtigen.

3.6 Abfalltechnische Beurteilung der Aushubmassen

3.6.1 Durchgeführte Untersuchungen

Aus dem Bodenmaterial der Tiefen ca. 0,00-1,80 m der ausgeführten Sondierungen RKS 1-10 wurde eine Bodenmischprobe (MP1) gebildet und einer Untersuchung nach Tabelle 6-1 der Verwaltungsvorschrift (VwV) des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14. März 2007“ (Feststoff und Eluat) zugeführt. Die Proben wurden im Labor Walldorf der Wessling GmbH in untersucht.

3.6.2 Untersuchungsergebnisse

In der nachfolgenden Tabelle sind die Analysenergebnisse entsprechend den Vorgaben der „Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial“ /U 11/ bewertet. Die Einzelergebnisse mit Auswertung der Einzelparameter sind in Anlage 5 beigefügt.

Tabelle 8: Ergebnisse Abfalltechnische Untersuchungen

Probe:	MP 1 LSW 1 RKS 1-10
Probe-Nr.:	12-052784-01
Prüfbericht-Nr.:	CWA12-09692-1
Art	Boden
Beschreibung:	Kies-Lehm-Gemisch
Herkunft	Strecke 4800 km 44,981 - km 45,906 rdB
Probenahme:	RKS 1-10 t = 0,00 - ca. 1,80 m
Probenbezeichnung	MP 1 LSW 1 RKS 1-10
Laboreingang	04.05.2012
Untersuchungsumfang	VwV Tab. 6-1
Laborfertigstellung	11.05.2012
Fraktion	Gesamtfraktion
Einstufung nach VwV	Z 2
Maßgebende Parameter	Chrom (Feststoff), Kupfer (Feststoff)

3.6.3 Verwertung/Entsorgung

Die Verwertung / Entsorgung der Bodensubstanz richtet sich nach den Zuordnungswerten der VwV /U 11/. Hierbei werden nachfolgende Einbauklassen unterschieden. Es wird auf die einzelnen Randbedingungen für die verschiedenen Einbauklassen in der VwV verwiesen:

- uneingeschränkter Einbau Z 0, Z 0* IIIA, Z 0*:

Verzicht auf den Einbau in Kinderspielplätzen, Sportanlagen, Schulhöfen, gärtnerisch und landwirtschaftlich genutzte Flächen, Trinkwasserschutzgebiete Zone I+II bzw. bei Z0* auch Zone IIIA.

- eingeschränkter offener Einbau Z 1

Zuordnungswert Z 1.1:

Bei Einhaltung der entsprechenden Werte ist ein Einbau auf nutzungsunempfindlichen Flächen möglich (z.B. bergbauliche Rekultivierungsgebiete, Straßenbau und begleitende Erdbaumaßnahmen, Industrie-, Gewerbe- und Lagerflächen).

Zuordnungswert Z 1.2:

Bei Einhaltung der entsprechenden Werte ist ein Einbau in hydrogeologisch günstigen Gebieten möglich (u.a. Grundwasserleiter wird durch ausreichend mächtige, gering durchlässige Deckschichten überlagert)

- eingeschränkter Einbau mit technischen Sicherungsmaßnahmen Z 2

Bei Einhaltung der entsprechenden Werte ist ein Einbau in z.B. Straßen- und Wegebau, Lärmschutzwällen, Straßendämme unter technischen Sicherungsmaßnahmen möglich.

Bei Überschreitung der Zuordnungswerte Z 2 ist das Bodenmaterial einer geeigneten Deponie (gemäß TA Siedlungsabfall) zuzuführen.

3.6.4 Bewertung

Der Boden aus dem Bereich der MP 1 ist aufgrund eines Chrom-Gehaltes im Feststoff von 280 mg/kg, bzw. eines Kupfer-Gehaltes von 170 mg/kg gemäß VwV /U 11/ dem Zuordnungswert **Z2** zuzuordnen und entsprechend zu entsorgen.

3.7 Baugrubensicherung und Wasserhaltung

Für die Lärmschutzwände sind bei der geplanten Tiefgründung keine besonderen Maßnahmen zur Baugrubensicherung und Wasserhaltung erforderlich.

Für die Herstellung der Pfahlkopfplatten können nicht verbaute Baugruben bis 1,25 m Tiefe ohne besondere Sicherung mit senkrechten Wänden hergestellt werden, wenn die Geländeoberfläche nicht stärker als 1:2 bei bindigen bzw. 1:10 bei nichtbindigen Böden geneigt ist. Die vorhandene Geländeneigung ist daraufhin zu prüfen.

Sollte die Böschung im vorliegenden Fall mit Eisenbahnverkehrslasten belastet sein, sollte sich die Höhe der freien Standfläche auf das arbeitstechnisch machbare Minimum belaufen.

Sollte aufgrund der Nähe zu den Eisenbahnverkehrslasten, oder einer Tiefe von > 1,25 m u. GOK der Baugruben ein Verbau notwendig werden, so empfehlen wir die Verwendung von Trägerbohlwänden mit Spritzbeton- oder Stahlplattenausfachung. Trägerbohlwände mit Holzausfachung sind nach Ril 836.4302 im Abtragsbereich von Eisenbahnlasten nicht zulässig. Zudem kann die Verwendung von Holzbohlen bei den hier oberflächennah vorliegenden, rolligen Auffüllungen zu einem Nachsacken führen.

Aufgrund der geringen Durchlässigkeiten der oberflächennah anstehenden, bindigen Böden wird empfohlen, bei Aushub der Baugruben ausreichend dimensionierte Schmutzwasserpumpen vorzuhalten, da bei Starkregenereignissen mit Stauwasser innerhalb der Baugruben zu rechnen ist.

3.8 Einfluss der Baumaßnahmen auf angrenzende Bebauung / Gleisanlagen

Bei den Ramm- bzw. Bohrarbeiten sollte eine visuelle und messtechnische Überwachung der Gleise vorgesehen werden. Die Einbringsysteme der Pfähle sind so zu wählen, dass möglichst geringe Erschütterungen und Lärmbelästigungen erzeugt werden. Während der Ramm- bzw. Bohrarbeiten können Unterhaltungsarbeiten im Betriebsgleis nicht völlig ausgeschlossen werden. Als bahnseitige Schutzmaßnahme empfehlen wir, während der Bauausführung eine Langsamfahrstelle einzurichten. Bei der angrenzenden Bebauung sollte zur Abwehr unberechtigter Schadensersatzansprüche im Vorfeld ein Beweissicherungsverfahren durchgeführt werden.

4 Zusammenfassung / Schlussbemerkungen

Im vorliegenden geotechnischen Bericht sind die Baugrundverhältnisse und deren Bewertung für die geplanten Lärmschutzwand 1 im Bereich Knoten Mühlacker, von km 44,981 bis km 45,906 rechts der Bahn der Strecke 4800 Stuttgart-Bretten dargestellt. Gegenstand der Untersuchungen ist die Ermittlung von Bodenkennwerten und Berechnungsannahmen für die Gründung der Lärmschutzwand.

Die erkundeten Baugrundsichten bestehen aus geringmächtigen nicht bindigen Auffüllungen der Dammschüttung, Lößlehen (Tone in weicher bis steifer Konsistenz), sowie unterlagernden Residualtonen (sandig-kiesige Tone in halbfester bis fester Konsistenz) und im tieferen Untergrund entfestigten Muschelkalkgesteinen in Form von tonigen Sanden in überwiegend mitteldichter Lagerung.

Die Beschreibung der Bodenverhältnisse wird durch bodenphysikalische Laborversuche unterstützt. Grund- oder Schichtwasser wurde nicht angetroffen.

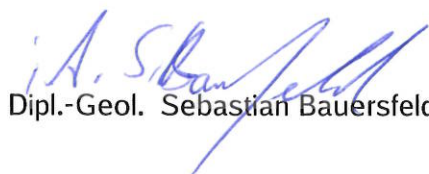
In Abschnitt 2 wird aus den erkundeten Bodenschichten ein Baugrundmodell gebildet und die zugehörigen Boden- und Berechnungskennwerte angegeben. Ferner werden in diesem Abschnitt Aussagen zur Rammfähigkeit des Untergrundes gemacht. Angaben zur Gründung der Lärmschutzwand, Baugrubensicherung und Wasserhaltung und Wiederverwendbarkeit des Aushubmaterials enthält Abschnitt 3.

Bei den erkundeten Baugrundverhältnissen sowie unter Berücksichtigung der im vorliegenden Bericht aufgeführten Punkte, Hinweise und Empfehlungen ist eine Tiefgründung der geplanten Lärmschutzwand möglich. Für die Gründungen mittels Bohr- oder Rammpfählen sind die entsprechenden Spitzendruck- und Mantelreibungsreibungswerte im vorliegenden Bericht enthalten.

Die punktförmig durchgeführten Bodenuntersuchungen geben einen guten Überblick über die vorhandenen Untergrundverhältnisse, sie schließen jedoch Abweichungen in Teilbereichen nicht aus. Wir empfehlen uns einzuschalten, wenn sich Abweichungen von den Untersuchungsergebnissen ergeben bzw. planungstechnische Änderungen durchgeführt werden, die Einfluss auf die Gründung der Lärmschutzwand haben.

Unsere beauftragten Leistungen für dieses Objekt sind hiermit abgeschlossen.

aufgestellt durch:


Dipl.-Geol. Sebastian Bauersfeld