

BV Kaufland Osterfeld – Erweiterung Buswende- schleife mit 6 Bushaltestellen Baugrundgutachten

Auftraggeber: Kaufland Logistik VZ 4 GmbH & Co. KG
Rötzelstraße 35
74172 Neckarsulm

Auftragnehmer: BIUG GmbH
Weisbachstraße 6
09599 Freiberg,

BIUG-Auftragsnummer: 13148-08-18

Bearbeiter: Dipl.-Ing. R. Dietze
Dipl.-Geol. G. Ebermann

Freiberg, 25.09.2018



Dipl.-Ing. J. Seiffert
Geschäftsführer
vom Sächsischen Oberbergamt
anerkannter Sachverständiger
für Geotechnik



Dipl.-Ing. R. Dietze
bei der IHK ö.b.u.v. Sachverständiger
für Baugrunduntersuchungen und
Gründungen

Inhaltsverzeichnis		Seite
1	Veranlassung	4
2	Arbeitsunterlagen	4
3	Lage des Baugeländes	5
4	Bauvorhaben	5
5	Beschreibung der Baugrundverhältnisse	6
5.1	Geologie und Altbergbau	6
5.2	Aufschlüsse	6
5.3	Baugrundaufbau	9
5.4	Hydrogeologische Situation	10
6	Bodenmechanische Kennwerte	11
6.1	Bodenmechanische Laborversuche	11
6.2	Bodenmechanische Feldversuche	12
6.3	Berechnungskennwerte	12
6.4	Einteilung in Homogenbereiche	13
7	Baugrundbeurteilung	14
7.1	Tragfähigkeit	14
7.2	Aufweichungsgefahr	14
7.3	Frostgefährdung	14
7.4	Erdbebenzone	14
7.5	Wiedereinbaubarkeit der Böden	15
8	Bewertung des Untergrundes im Hinblick auf mögliche Schadstoffbelastungen	15
8.1	Ziel der Untersuchungen	15
8.2	Entnahme und umweltgeotechnische Charakterisierung der Proben	15
8.3	Bewertung der Untersuchungsergebnisse	16
9	Tragschichtaufbau	17
10	Hinweise zur Herstellung und Sicherung der Baugruben	18
11	Zusammenfassung	18

Anlagenverzeichnis

13148-08-18/01	Topographische Karte mit Lage des Standortes M 1 : 10 000
13148-08-18/02	Lageplan mit Aufschlüssen M 1 : 500
13148-08-18/03	Profile der Rammkern- und schweren Rammsondierungen (DPH) Bl. 01: RKS 1, DPH 1, RKS 2 Bl. 02: RKS 3, DPH 2, RKS 4 Bl. 03: RKS 6, RKS 5
13148-08-18/04	Protokolle der schweren Rammkernsondierungen (DPH)
13148-08-18/05	Bestimmung der Steifezahl E_s aus schweren Rammsondierungen (DPH)
13148-08-18/06	Körnungslinie von Schicht 1a
13148-08-18/07	Protokoll der ermittelten Zustandsgrenzen von Schicht 2
13148-08-18/08	Prüfbericht Boden
13148-08-18/09	Ergebnisse der an den Bodenmischproben durchgeführten chemischen Untersuchungen im Vergleich mit Bewertungskriterien

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Luftbild mit markiertem Baugelände (Quelle: google earth).....	5
Abbildung 2: Sondierpunkte DPH 1 und RKS 2 im Bereich der Auffüllung.....	7
Abbildung 3: RKS 1 neben der Buswendeschleife	7
Abbildung 4: Sondierpunkt RKS 3	8
Abbildung 5: Sondierpunkt RKS 4 vor dem Zaun	8
Abbildung 6: Sondierpunkt RKS 6 zwischen den Bäumen	9

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Wasserstände am 20.11.2017 in den GW-Messstellen	10
Tabelle 2: Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche	11
Tabelle 3: Charakteristische Bodenkennwerte	12
Tabelle 4: Kennwerte der Homogenbereiche A bis C.....	13

Tabelle 5: Beschreibung der, für die chemischen Analysen hergestellten Mischproben.....	16
---	----

1 Veranlassung

Mit dem Schreiben vom 14.08.2018 wurde die BIUG GmbH gemäß dem Angebot vom 20.08.2018 von der Kaufland Logistik VZ 4 GmbH & Co. KG beauftragt, ein Baugrundgutachten für die Erweiterung der Buswendeschleife mit 6 Bushaltestellen zu erarbeiten.

2 Arbeitsunterlagen

- [U1] Angebotsanfrage und Aufgabenstellung, Meinberg-Meinberg, Planungs- und Projektsteuerungsges. mbH, Markleeberg, 14.08.2018
- [U2] Leitungsauskünfte/ Schachtscheine: Telekom, Mitnetz, MIDEWA, Abwasserzweckverband Naumburg
- [U3] Schichtenverzeichnisse und 21 gestörte Bodenproben von 6 Rammkernsondierungen bis in Tiefen von 4,0 m und 1 x 2,8 m, Protokolle von 2 schweren Rammsondierungen bis in 3,0 m Tiefe vom 30.08.2018, Jens Geißler, Baugrund und Umwelterkundung, Halsbrücke/OT Falkenberg
- [U4] Schichtenkurzprofil der Grundwassermessstellen 2a/92 und 2b/92, Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW), 28.11.2017
- [U5] Geologische Karte von Thüringen M 1 : 25000, 4937 Osterfeld, 2. Auflage, 1993, Thüringer Landesanstalt für Bodenforschung
- [U6] Geologisches Schichtenprofil von 2 Altbohrungen, Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt, 21.11.2017
- [U7] BV B180 – Zufahrt Kaufland, Osterfeld, Baugrundgutachten vom 18.12.2017, BIUG GmbH
- [U8] Protokolle aus bodenmechanischen Versuchen (Nasssiegung, Ermittlung der Konsistenzgrenzen, Wassergehalte), BIUG GmbH, 11.09.2018
- [U9] Bergbehördliche Stellungnahme des Landesamtes für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt, Dezernat 32 (Rechtsangelegenheiten), 04.12.2017
- [U10] Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen – Teil 1.2: Bodenmaterial (TR Boden). Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), 05.11.2004
- [U11] Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV), BGBl I, Nr. 22, ausgegeben 29.04.2009, S. 900 – 950, Stand 04.03.2016

3 Lage des Baugeländes

Das zu untersuchende Baugelände befindet sich zwischen der Ortslage Osterfeld und der Ortslage Pretzsch.

Das geplante Gelände befindet sich auf dem Flurstück 25/3, unmittelbar südlich der Buswendeschleife und östlich des Pretzscher Weges.

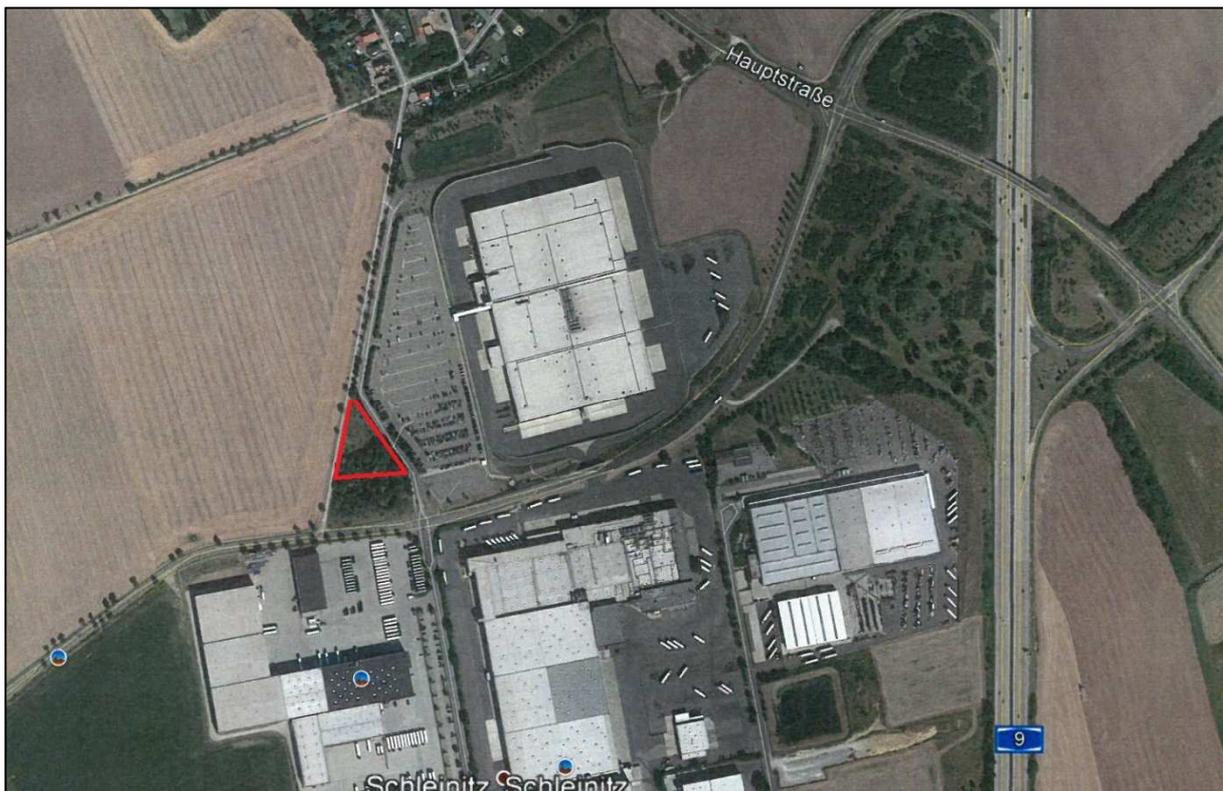


Abbildung 1: Luftbild mit markiertem Baugelände (Quelle: google earth)

Die Buswendeschleife ist im Luftbild noch nicht dargestellt. Der südliche Teil des Untersuchungsgeländes ist eingezäunt und mit Bäumen bewachsen, im nördlichen Teil stehen nur vereinzelt Obstbäume. Unmittelbar südlich neben der Buswendeschleife ist Boden aufgefüllt worden.

4 Bauvorhaben

Von der Kaufland Dienstleistung GmbH & Co. KG ist vorgesehen, die Wendeschleife am Kaufland-Logistikzentrum durch den Bau von 6 Bushaltestellen zu erweitern. Die BIUG GmbH ist gemäß Ihrem Angebot vom 20.08.2018 beauftragt worden, für die geplante Erweiterung eine Baugrunderkundung durchzuführen und ein Baugrundgutachten zu erarbeiten.

5 Beschreibung der Baugrundverhältnisse

5.1 Geologie und Altbergbau

Das Untersuchungsgebiet befindet sich auf der Hermundurischen Scholle im südöstlichen Harzvorland am östlichen Rand der Naumburger Mulde und ist der geologischen Formation des Buntsandsteins zuzuordnen. Der in größeren Teufen anstehende mittlere Buntsandstein wird örtlich vom ungegliederten Buntsandstein überlagert. Die Formation des Buntsandsteins wird von Geschiebe- bis Lößlehm in starker Mächtigkeit überdeckt.

Im Rahmen der Bearbeitung von [U7] wurde eine Stellungnahme des Landesamtes für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt (LAGB) eingeholt. Es wurde in [U9] dargestellt, dass keine Hinweise auf umgegangenen Altbergbau vorliegen. Die Abteilung Geologie des LAGB weist in der Stellungnahme darauf hin, dass im geplanten Baugebiet *„...oberflächennah > 10 m mächtige schluffige-tonige Bildungen (Geschiebelehm bzw. –mergel) ... [U9]“* anstehen können. *„...Diese Sedimente weisen eine nur geringe Wasserdurchlässigkeit auf, wodurch die Gefahr von Staunässebildungen gegeben ist. ...[U9]“*.

In der geologischen Karte [U5] ist im gegenwärtig umzäunten Bereich eine runde Grube oder Vertiefung ersichtlich. Diese Grube wurde den durchgeführten Aufschlüssen entsprechend offensichtlich mit Bauschutt und Müll verfüllt.

5.2 Aufschlüsse

Am 30.08.2018 wurden nach Vorgabe der BIUG GmbH insgesamt 6 Rammkernsondierungen bis in 4,0 m Tiefe (RKS 5 wegen Hindernis nur bis 2,8 m) und 2 schwere Rammsondierungen (DPH) bis in 3,0 m Tiefe abgeteuft.

Die Bezeichnung und Lage der Aufschlüsse ist aus Anlage 13148-08-18/02 ersichtlich. Die Höhen der einzelnen Ansatzpunkte für die Baugrunderkundungsmaßnahmen wurden vor Ort eingemessen. Als Höhenreferenzpunkt diente ein Schachtdeckel auf der Straße, südöstlich der Buswendeschleife.



Abbildung 2: Sondierpunkte DPH 1 und RKS 2 im Bereich der Auffüllung



Abbildung 3: RKS 1 neben der Buswendeschleife



Abbildung 4: Sondierpunkt RKS 3



Abbildung 5: Sondierpunkt RKS 4 vor dem Zaun



Abbildung 6: Sondierpunkt RKS 6 zwischen den Bäumen

5.3 Baugrundaufbau

Im Baugelände für die geplanten Busstellplätze ist der Baugrundaufbau in 2 Bereiche zu unterscheiden: Bereich 1 zwischen Buswendeschleife und Umzäunung, Bereich 2 innerhalb der Umzäunung.

Bereich 1:

Schicht 1a: Auffüllung aus umgelagertem Boden (Schluff, sandig bis Kies, sandig, schluffig mit Ziegelsplittern bis in Tiefen zwischen 0,5 m (RKS 4) und 1,3 m (RKS 2),

Schicht 1b: ehemaliger Oberboden bzw. Schluff mit organischen Anteilen (bei RKS 3),

Schicht 2: Geschiebe- bis Lößlehm (Schluff, schwach bis stark feinsandig) in halb fester Konsistenz bis zur Sondierendtiefe von 4,0 m,

Bereich 2:

Schicht 1a: Auffüllung aus umgelagertem Boden (Schluff, sandig bis Sand, stark schluffig mit geringen Bauschutt- und Müllspuren bis in Tiefen von 1,2 m (RKS 5) bzw. 2,60 m (RKS 6),

Schicht 1c: Auffüllung aus Boden, Bauschutt und Müll mit einem mineralischen Anteil von ca. $\geq 70\%$ bis in Tiefen von ca. 3,6 m (RKS 6),

Schicht 2: Geschiebe- bis Lößlehm (Schluff, schwach bis stark feinsandig) in halb fester Konsistenz bis zur Sondierentiefe von 4,0 m.

Unter dem Geschiebe- und Lößlehm ist in Tiefen zwischen ca. 5 m bis 6 m der Gesteinszersatz des Buntsandsteins zu erwarten.

Die Profile der Rammkernsondierungen sowie die Protokolle der Rammsondierungen sind in Anlage 13148-08-18/03 enthalten.

Im **Bereich 1** ist wahrscheinlich auf der ehemaligen Geländeoberkante Bodenaushub von der Baumaßnahme Buswendeschleife abgelagert worden. Unter dieser Auffüllung steht der natürliche Untergrund an.

Im **Bereich 2** wurde offensichtlich in einer Geländemulde oder einer ehemaligen Grube (siehe Bemerkung in Abschnitt 5.1) Bauschutt, Bodenaushub und Müll abgelagert und auf der Oberfläche mit Erdaushub abgedeckt.

5.4 Hydrogeologische Situation

In den Sondierungen wurde kein Grund- oder Schichtenwasser angetroffen. Es ist jedoch damit zu rechnen, dass sich in der Auffüllung aus Bauschutt und Müll temporär Schichtenwasser aufstaut.

Im östlichen Teil des Betriebsgeländes befinden sich zwei Grundwassermessstellen des Landesbetriebes für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW). Am 20.11.2017 wurden die Wasserstände in den beiden Grundwassermessstellen aufgenommen. In den Messstellen werden zwei unterschiedliche Wasserleiter gemessen.

Es wurden folgende Wasserstände gemessen:

Tabelle 1: Wasserstände am 20.11.2017 in den GW-Messstellen

	Wasserstand gemessen zur POK [m]	Wasserstand in [m] u. GOK	Wasserstand in m NHN
Pegel 2a/92	6,92	5,85	246,31
Pegel 2b/92	10,50	9,82	242,31

In den ausgeführten Sondierungen wurde bis in 4,0 m Tiefe kein Grund- oder Schichtenwasser angetroffen.

6 Bodenmechanische Kennwerte

6.1 Bodenmechanische Laborversuche

Von einer typischen Probe aus dem umgelagerten Boden wurde im bodenmechanischen Labor die Korngrößenzusammensetzung ermittelt. Vom darunter natürlich anstehenden Geschiebe- und Lößlehm sind Konsistenzgrenzen und Wassergehalt bestimmt worden.

Im Vergleich dazu wurden in der nachfolgenden Tabelle 2 die Versuchsergebnisse an Bodenproben aus dem Baugelände für die neue Zufahrt von der B180 mit angegeben.

Die Protokolle der bodenmechanischen Laborversuche sind in Anlage 13148-08-18/06 und /07 dargestellt. Die Ermittlung der Korngrößenzusammensetzung aus Schicht 1b (Boden mit Bauschutt und Müll) ist auf Grund der sehr heterogenen Zusammensetzung nicht sinnvoll.

Tabelle 2: Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

Bodenprobe	RKS 1/1	RKS 2/2	RKS 14/B3 Gelände zwischen Kaufland und B180	RKS 5/B1 Gelände zwischen Kaufland und B180
Herkunft	Schicht 1a: Umgelagerter Boden (Sand-Kies, stark schluffig)	Schicht 2: Geschiebe- bis Lößlehm	Geschiebe- bis Lößlehm	Schluff, feinsandig
Tiefe [m]	0,0 - 0,9	1,3 – 2,0	1,3 – 3,3	0,0 – 1,2
Steine [%]	-	-	-	-
Kieskorn [%]	36	-	-	-
Sandkorn [%]	34	-	-	-
Feinkorn [%]	30	-	-	-
Wassergehalt w [%]	-	17,83	19,66	17,05
Fließgrenze w_L [%]	-	40,28	33,81	38,65
Ausrollgrenze w_p [%]	-	22,04	18,13	23,58
Plastizitätszahl I_p [%]	-	18,24	15,68	15,06
Konsistenzzahl I_c	-	1,23	0,9	1,43
Konsistenz	-	halbfest	steif	fest
Bodenansprache nach DIN 18196	SU*	TM	TL	OU - UM

6.2 Bodenmechanische Feldversuche

Mit den durchgeführten schweren Rammsondierungen (DPH) wurde die Lagerungsdichte des Lockergesteins im nördlichen Bereich 1 bis in 3,0 m Tiefe erkundet.

Im südlichen Bereich 2 kann nur aus dem hohen Bohrwiderstand abgeleitet werden, dass die Auffüllung relativ dicht gelagert ist.

Mit den in den Rammsondierungen (DPH) ermittelten Schlagzahlen pro 10 cm Eindringtiefe können Lagerungsdichte und Tragfähigkeit des Untergrundes abgeschätzt bzw. beurteilt werden.

Nach DIN 4094 kann aus Rammsondierungen für bestimmte Bodenarten (enggestufter Sand (SE) und leicht- bis mittelplastischer Ton (TL-TM)) in Abhängigkeit von der Auflast und der Tiefenlage die Steifezahl E_s als Ausdruck der Tragfähigkeit abgeleitet werden (siehe Anlage 13148-08-18/05). Demnach ist der Geschiebe- bis Lößlehm eher dem leicht- bis mittelplastischen Ton (TL-TM) zuzuordnen.

6.3 Berechnungskennwerte

Die nachfolgend angegebenen Bodenkennwerte wurden aus den Ergebnissen der Laborversuche und aus den Parametervorgaben aus der einschlägigen Fachliteratur und anhand von Erfahrungswerten abgeleitet.

Tabelle 3: Charakteristische Bodenkennwerte

Boden- gruppe	Boden- klasse (DIN 18300- 2012)	Homogen- bereich (DIN 18300- 2015)	cal γ [kN/m ³]	cal γ' [kN/m ³]	cal ϕ' [°]	cal c' [kN/m ²]	cal E_s [MN/m ²]	cal k_f [m/s]
Schicht 1a: Auffüllung (Schluff, feinsandig, schwach kiesig bis Kies, sandig, schluffig, SU*-TL)	3-5	A	19	11	28	2..5	5..25	10 ^{-5..-8}
Schicht 1b: Schluff, feinsandig mit org. Anteilen (OU-TL)	4	C	19...20	10	26	3..10	5...10	10 ^{-7..-9}
Schicht 1c: Auffüllung aus Boden, Bauschutt und Müll	3-5	B	17...19	7..10	25...30	0.5	8...40	10 ^{-4..-7}
Schicht 2: Geschiebe- bis Lößlehm, halbfest bis fest (TL-TM)	4-5	C	20	10-11	28	3..10	10...25	10 ^{-7..-9}

6.4 Einteilung in Homogenbereiche

Nach der DIN 18300 (2015) werden die einzelnen Bodenklassen in Homogenbereiche untergliedert. In der nachfolgenden Tabelle 4 wurden den Homogenbereichen A bis C die erforderlichen Kennwerte zugeordnet.

Tabelle 4: Kennwerte der Homogenbereiche A bis C

		Einheit	Boden A	Boden B	Boden C
Homogenbereich			A	B	C
Ortsübliche Bezeichnung		-	Auffüllung (Schluff, feinsandig bis schwach feinsandig, kiesig)	Auffüllung (Schluff, feinsandig bis schwach feinsandig, kiesig)	Geschiebe- bis Lößlehm, Schluff mit org. Anteilen
Korngrößenverteilung			Anlage /06	n.b.	n.b.
Korngrößenverteilung	≤ 0,06 mm	%	< 10	73-88	80-95
	> 0,06-2,0 mm	%	15	10-25	5-20
	> 2,0 – 63 mm	%	76	2	-
Massenanteile an Steinen/Blöcken	> 63 – 200 mm	%	1	-	-
	>200 – 630 mm	%	-	-	-
	> 630 mm	%	-	-	-
Dichte, feucht		g/cm ³	1,9	1,9	2,0
undrained Scherfestigkeit		kN/m ³	-	> 200	60-150
Wassergehalt		%	15 bis 25	17,05	17-20
Plastizitätszahl		%	-	15,06	15-18
Konsistenzzahl		-	-	1,43	0,9-1,4
bezogene Lagerungsdichte I_D		%	> 65	-	-
Organischer Anteil		%	< 5%	< 5%	≤ 7%
Bodengruppe nach DIN 18196		-	GI	OU-UM	TL-OU

grau	- Kennwerte wurden nicht bestimmt, sondern aus Erfahrungswerten abgeleitet
schwarz	- Kennwerte wurden im bodenmechanischen Labor bestimmt

7 Baugrundbeurteilung

7.1 Tragfähigkeit

Im Bereich 1 sind der aufgefüllte Boden (SU*) und der darunter lagernde Löß- bis Geschiebelehm (TL-TM) als Untergrund für die Stellflächen geeignet. Auf dem bindigen Boden kann erfahrungsgemäß kein ausreichender Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachgewiesen werden. Die erforderliche Tragfähigkeit kann durch eine Erhöhung der Dicke des ungebundenen Tragschichtaufbaus oder durch Einlage von Geogitter erreicht werden.

Im Bereich 2 (eingezäunter Teil mit Bauschutt und Müll im Untergrund) ist der Untergrund aufgrund seiner heterogenen Zusammensetzung ungleichmäßig tragfähig. Außerdem kann es durch Zersetzungsprozesse im Müll und anderen Abfällen zu Setzungen kommen.

7.2 Aufweichungsgefahr

Der feinkörnige bindige Boden neigt bei Wasserzutritt zur Aufweichung. Die aufgeweichte Schichten sind als Untergrund für eine Gründung nicht geeignet. Eine Aufweichung ist zu verhindern bzw. aufgeweichte Horizonte sind mit tragfähigem Material auszutauschen.

7.3 Frostgefährdung

Gemäß Frostzonenkarte RStO12 befindet sich das Untersuchungsgebiet in der Frosteinwirkungszone II.

Der angetroffene Geschiebe- bis Lößlehm (TL-TM) und der feinsandige Schluff der Auffüllung (SU*) sind gemäß ZTVE-StB als sehr frostempfindlich mit Frostempfindlichkeitsklasse F3 einzuschätzen.

7.4 Erdbebenzone

Das vorgesehene Baugelände befindet sich ausgehend von DIN 4149 außerhalb der Erdbebenzone 0. Demnach sind keine besonderen Maßnahmen zur Sicherung gegen Erdbeben erforderlich.

7.5 Wiedereinbaubarkeit der Böden

Bei den bindigen Böden ist zu beachten, dass aufgrund der Aufweichungsgefährdung ein verdichteter Einbau bei zu hohem Wassergehalt nicht oder nur eingeschränkt möglich ist. In diesem Fall ist eine Vernässung des Aushubmaterials durch Abdecken zu verhindern bzw. ein Bodenaustausch oder eine Stabilisierung mit Kalk vorzusehen.

8 Bewertung des Untergrundes im Hinblick auf mögliche Schadstoffbelastungen

8.1 Ziel der Untersuchungen

In Vorbereitung der Auswahl von rechtssicheren Wegen für die Verwertung oder ggf. Entsorgung der bei der Baumaßnahme möglicherweise anfallenden Lockergesteinsmassen wurden Proben aus dem Untergrund entnommen und bezüglich möglicher Schadstoffbelastungen untersucht und bewertet.

8.2 Entnahme und umweltgeotechnische Charakterisierung der Proben

Das Probenmaterial wurde aus den ausgeführten Baugrundaufschlüssen (Bohrungen) entnommen. Die chemischen Untersuchungen wurden von der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH realisiert. Der Laborprüfbericht ist als Anlage 13148-08-18/08 beigefügt.

Aus der am Standort vorhandenen Auffüllungsschicht (Proben 13148-1 und 13148-3) und dem natürlich anstehenden Schluff (Probe 13148-2) sind ausgewählte Proben für chemische Untersuchungen entnommen worden.

Die Mischproben 13148-1 und 13148-3 repräsentieren das am Standort vorhandene sandig-schluffig ausgeprägte Auffüllungsmaterial. Die Mischprobe 13148-1 widerspiegelt die Beschaffenheit der Auffüllungen im nördlichen Teil und die Mischprobe 13148-3 die Beschaffenheit der Auffüllungsschicht im südlichen Teil (Bereich über „Müllablagerungen“) des Untersuchungsgebietes.

Die Mischprobe 13148-2 repräsentiert den am Standort vorhandenen Geschiebelehm (Schluff).

In der Tabelle 5 werden die für die chemischen Analysen hergestellten Mischproben beschrieben.

Tabelle 5: Beschreibung der, für die chemischen Analysen hergestellten Mischproben

Aufschluss	Tiefe unt. GOK [m]	Material	organoleptische Auffälligkeiten
13148-1 (Auffüllung)			
RKS 1	0,00...0,90	Sand-Schluff-Gemisch, schwach kiesig; vereinzelt Wurzeln, vereinzelt Ziegelstückchen; braun	muffiger Geruch
RKS 2	0,00...1,30		
RKS 3	0,00...1,10		
RKS 4	0,00...0,50		
13148-2 (Schluff)			
RKS 1	0,90...2,00	Schluff (Geschiebelehm), schwach sandig, vereinzelt Kiese; hell- bis dunkelbraun	muffiger Geruch
RKS 2	1,30...2,00		
RKS 3	1,10...1,50		
RKS 4	0,50...2,00		
13148-34 (Auffüllung)			
RKS 5	0,00...1,20	Sand-Schluff-Gemisch, kiesig; vereinzelt Wurzeln, Glas-, Beton-, Ziegelstückchen, vereinzelt weitere Müllbestandteile (Leder, Kunststoffteile), braun	muffiger Geruch
RKS 6	0,00...0,80		

8.3 Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen an den ausgewählten Proben (Auffüllung, Schluff) sind in der Anlage 13148-08-18/09 den Zuordnungswerten der LAGA TR Boden [U10] und den Zuordnungswerten der Deponieverordnung DepV [U11] gegenübergestellt.

Lockergesteinsmaterial Auffüllung – Probe 13148-1

In der Probe **13148-1** (Lockergesteinsmaterial, Auffüllung) wurde für den Parameter TOC im Feststoff ein geringfügig über dem Z 0-Wert liegender Gehalt festgestellt. Dies bedingt die formale Zuordnung dieses Materials in die **Einbauklasse Z 1**. Ein eingeschränkter offener Einbau ist möglich.

Lockergesteinsmaterial (Schluff) – Probe 13148-2

In der Probe **12792-3** (Lockergesteinsmaterial, Schluff) wurde für den Parameter TOC im Feststoff ebenfalls eine Konzentration ermittelt, die eine Zuordnung in die **Einbauklasse Z 1** bedingt. Ein eingeschränkter offener Einbau ist möglich.

Lockergesteinsmaterial Auffüllung – Probe 13148-3

Das Auffüllungsmaterial (Bereich RKS 5 und RKS 6) ist sowohl aufgrund seiner Materialzusammensetzung (Müllanteile) als auch seiner chemischen Beschaffenheit für eine Verwertung entsprechend der TR Boden [U10] nicht geeignet. Die analysierten Gehalte für die Parameter PAK und Benzo(a)pyren sowie Sulfat erlauben eine Zuordnung in die **Deponieklasse DK I**. Der ermittelte TOC-Gehalt liegt geringfügig über dem Zuordnungswert für DK I. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass diese höheren Gehalte aus Anteilen von Asche und Schlacke aus der Braunkohlefeuerung (ehem. Müllkippe) resultieren. Hierfür gilt der TOC-Zuordnungswert nicht. Anfallendes Aushubmaterial ist auf eine entsprechend zugelassene Deponie zu verbringen. Eine vollständige Deklarationsanalyse gemäß Deponieverordnung wurde im Rahmen dieser orientierenden Untersuchung nicht ausgeführt. Unter Berücksichtigung der spezifischen Anforderungen des jeweiligen Verbringensortes muss eine entsprechende Analyse durchgeführt werden.

9 Tragschichtaufbau

Gemäß der RStO 12 ist ausgehend von der Lage in Frostzone II und der Frostempfindlichkeitsklasse F3 des Geschiebe- bis Lößlehms (TL-TM) und des untersuchten tonigen Schluffs der Auffüllung (SU*) bei angenommenen Belastungsklassen Bk0,3 bzw. Bk3,2 frostsichere Gesamtaufbauhöhen von 55 cm bzw. 65 cm erforderlich.

Im Bereich 1 kann durch die Unterlage eines kombinierten Geogitters mit Vlies (Geogitter mit Zugfestigkeiten längs- und quer von ≥ 30 kN/m) oder mittels einer Erhöhung der Tragschichtdicke um ca. 15 cm voraussichtlich eine ausreichend tragfähige ungebundene Tragschicht hergestellt werden.

Im Bereich 2 konnte die Zusammensetzung und Steifigkeit des Untergrundes nur anhand von 2 Rammkernsondierungen eingeschätzt werden.

In den 2 Sondierungen waren die Müllanteile im Verhältnis zu Bauschutt und Boden relativ gering (ca. 10%-25%). Die Müllanteile können jedoch in anderen Bereichen deutlich höher sein.

Wenn nur eine kleine Fläche der Altablagerung für die Anordnung von Busstellflächen erforderlich ist, dann ist zu empfehlen, den Müll in diesem Bereich vollständig auszukoffern (mit verdichtbarem und tragfähigem Boden austauschen). Der Müll müsste entweder entsorgt oder in der Altablagerung umverteilt werden. Ausgehend von den Sondierung RKS 6 ist mit Aushubtiefen von 3,5 m bis 4,0 m zu rechnen.

Bei Inanspruchnahme einer größeren Fläche der Altablagerung ist entweder ebenfalls ein Bodenaustausch oder eine Bodenverbesserung erforderlich.

Die Bodenverbesserung könnte in Form der Anordnung von Rüttelstopfsäulen erfolgen. Dies hätte den Vorteil, dass nahezu kein Aushub von Müll erforderlich wäre. Bei einer Bodenverbesserung mit Rüttelstopfverdichtung (RSV) würden im vorliegenden Fall Schottersäulen (Säulendurchmesser ca. 55 - 60 cm) im Dreiecks- oder Vierecks-Raster mit Achsabständen zwischen 1,5 m und 2,0 m angeordnet. Aushub könnte in geringem Umfang anfallen, wenn aufgrund von Hindernissen (Sperrmüll, Bauschutt) örtlich vorgebohrt werden muss. Auf den Schottersäulen wird ein Geogitter angeordnet und darüber der ungebundene Tragschichtaufbau. Im Rahmen der Erstellung der RSV erhält man über die Herstellungsprotokolle die erforderlichen Angaben zur Qualitätssicherung. Zusätzlich wird empfohlen, die Verdichtung nach Fertigstellung mit Rammsondierungen zu prüfen.

10 Hinweise zur Herstellung und Sicherung der Baugruben

Bei Herstellung von Baugruben ist DIN 4124 zu beachten. Die Böschungsneigung in der Bauphase richtet sich nach den bodenmechanischen Eigenschaften der Lockergesteine unter Berücksichtigung der Offenhaltungszeit der Baugrube und der äußeren Einflüsse. Bei den geringen Aushubtiefen kann die Böschung bis in 1,25 m Tiefe senkrecht hergestellt werden.

Bei größeren Aushubtiefen ist in der Auffüllung und dem Geschiebe- bis Lößlehm ein Böschungswinkel von $\beta \leq 45^\circ$ anzusetzen.

11 Zusammenfassung

Am 30.08.2018 wurde der Baugrund mit insgesamt 6 Rammkernsondierungen bis in 4,0 m Tiefe (RKS 5 wegen Hindernis nur bis 2,8 m) und mit 2 schweren Rammsondierungen (DPH) bis in 3,0 m Tiefe erkundet.

Im Baugelände für die geplanten Busstellplätze ist der Baugrundaufbau in 2 Bereiche zu unterscheiden: Bereich 1 zwischen Buswendeschleife und Umzäunung, Bereich 2 innerhalb der Umzäunung.

Bereich 1:

Schicht 1a: Auffüllung aus umgelagertem Boden (Schluff, sandig bis Kies, sandig, schluffig mit Ziegelsplittern bis in Tiefen zwischen 0,5 m (RKS 4) und 1,3 m (RKS 2),

Schicht 1b: ehemaliger Oberboden bzw. Schluff mit organischen Anteilen (bei RKS 3),

Schicht 2: Geschiebe- bis Lößlehm (Schluff, schwach bis stark feinsandig) in halb fester Konsistenz bis zur Sondierentiefe von 4,0 m,

Bereich 2:

Schicht 1a: Auffüllung aus umgelagertem Boden (Schluff, sandig bis Sand, stark schluffig mit geringen Bauschutt- und Müllspuren bis in Tiefen von 1,2 m (RKS 5) bzw. 2,60 m (RKS 6),

Schicht 1c: Auffüllung aus Boden, Bauschutt und Müll mit einem mineralischen Anteil von ca. $\geq 70\%$ bis in Tiefen von ca. 3,6 m (RKS 6),

Schicht 2: Geschiebe- bis Lößlehm (Schluff, schwach bis stark feinsandig) in halb fester Konsistenz bis zur Sondierentiefe von 4,0 m.

Unter dem Geschiebe- und Lößlehm ist in Tiefen zwischen ca. 5 m bis 6 m der Gesteinszersatz des Buntsandsteins zu erwarten.

Im **Bereich 1** ist wahrscheinlich auf der ehemaligen Geländeoberkante Bodenaushub von der Baumaßnahme Buswendeschleife abgelagert worden. Unter dieser Auffüllung steht der natürliche Untergrund an.

Im **Bereich 2** wurde offensichtlich in einer Geländemulde oder einer ehemaligen Grube (siehe Bemerkung in Abschnitt 5.1) Bauschutt, Bodenaushub und Müll abgelagert und auf der Oberfläche mit Erdaushub abgedeckt.

In den Sondierungen wurde kein Grund- oder Schichtenwasser angetroffen. Es ist jedoch damit zu rechnen, dass sich in der Auffüllung aus Bauschutt und Müll temporär Schichtenwasser aufstaut.

Im **Bereich 1** sind der aufgefüllte Boden (SU*) und der darunter lagernde Löß- bis Geschiebelehm (TL-TM) als Untergrund für die Stellflächen geeignet. Auf dem bindigen Boden kann erfahrungsgemäß kein ausreichender Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachgewiesen werden. Die erforderliche Tragfähigkeit kann durch eine Erhöhung der Dicke des ungebundenen Tragschichtaufbaus oder durch Einlage von Geogitter erreicht werden.

Im **Bereich 2** (eingezäunter Teil mit Bauschutt und Müll im Untergrund) ist der Untergrund aufgrund seiner heterogenen Zusammensetzung ungleichmäßig tragfähig. Außerdem kann es durch Zersetzungsprozesse im Müll und anderen Abfällen zu Setzungen kommen.

In Vorbereitung der Auswahl von rechtssicheren Wegen für die Verwertung oder ggf. Entsorgung der bei der Baumaßnahme möglicherweise anfallenden Lockergesteinsmassen wurden Proben aus dem Untergrund entnommen und bezüglich möglicher Schadstoffbelastungen untersucht und bewertet.

In der Probe **13148-1** (Lockergesteinsmaterial, Auffüllung) wurde für den Parameter TOC im Feststoff ein geringfügig über dem Z 0-Wert liegender Gehalt festgestellt. Dies bedingt die formale Zuordnung dieses Materials in die **Einbauklasse Z 1**.

In der Probe **12792-3** (Lockergesteinsmaterial, Schluff) wurde für den Parameter TOC im Feststoff ebenfalls eine Konzentration ermittelt, die eine Zuordnung in die **Einbauklasse Z 1** bedingt.

Das Auffüllungsmaterial (Bereich RKS 5 und RKS 6) ist sowohl aufgrund seiner Materialzusammensetzung (Müllanteile) als auch seiner chemischen Beschaffenheit für eine Verwertung entsprechend der TR Boden [U10] nicht geeignet. Die analysierten Gehalte für die Parameter PAK und Benzo(a)pyren sowie Sulfat erlauben eine Zuordnung in die **Deponieklasse DK I**.

Im Bereich 1 kann durch die Unterlage eines kombinierten Geogitters mit Vlies (Geogitter mit Zugfestigkeiten längs- und quer von ≥ 30 kN/m) oder mittels einer Erhöhung der Tragschichtdicke um ca. 15 cm voraussichtlich eine ausreichend tragfähige ungebundene Tragschicht hergestellt werden.

Im Bereich 2 konnte die Zusammensetzung und Steifigkeit des Untergrundes nur anhand von 2 Rammkernsondierungen eingeschätzt werden.

In den 2 Sondierungen waren die Müllanteile im Verhältnis zu Bauschutt und Boden relativ gering (ca. 10%-25%). Die Müllanteile können jedoch in anderen Bereichen deutlich höher sein.

Wenn nur eine kleine Fläche der Altablagerung für die Anordnung von Busstellflächen erforderlich ist, dann ist zu empfehlen, den Müll in diesem Bereich vollständig auszukoffern (mit verdichtbarem und tragfähigem Boden austauschen). Der Müll müsste entweder entsorgt oder in der Altablagerung umverteilt werden. Ausgehend von den Sondierung RKS 6 ist mit Aushubtiefen von 3,5 m bis 4,0 m zu rechnen.

Bei Inanspruchnahme einer größeren Fläche der Altablagerung ist entweder ebenfalls ein Bodenaustausch oder eine Bodenverbesserung erforderlich.

Die Bodenverbesserung könnte in Form der Anordnung von Rüttelstopfsäulen erfolgen.