



Gemeinde
Großheringen



Büro Kaiser
Hans-Jochen Kaiser
Apolda

Entwurf

Gemeinde Großheringen

99518 Großheringen
Landkreis Weimarer Land

Bebauungsplan Nr. 5
„Am Mühlholze“

Anlage 100-1

Baugrundgutachten vom 10.01.2017



Baugrundbüro Dr.-Ing. Weissenburg · Spechtsart 1 · 06618 Naumburg

Gemeinde Großheringen
Kösener Straße 10
99518 Großheringen

Stammsitz:
Spechtsart 1
06618 Naumburg /Saale

Tel.: (03445) 26 10 280
Fax: (03445) 26 10 285

baugrundweissenburg@t-online.de
www.baugrundweissenburg.de

Großheringen, Bebauungsplan Nr. 5, Neubau Erschließungsstraße

BAUGRUNDGUTACHTEN

Geotechnischer Bericht nach DIN 4020

Hauptuntersuchung

1. Bericht

Auftraggeber: Gemeinde Großheringen

Auftragsnummer: N1356/16

Bearbeiter: Dr.-Ing. Weissenburg

Naumburg, den 10.01.2017



Inhaltsverzeichnis

1	Bauvorhaben.....	4
2	Baugrund	4
2.1	Morphologie, Bebauung und Bewuchs.....	4
2.2	Geologie	5
2.3	Hydrogeologie / Hydrologie.....	5
2.4	Besonderheiten.....	6
3	Untersuchungen	6
3.1	Lage, Art, Umfang und Zeitpunkt der Bodenaufschlüsse	6
3.2	Felduntersuchungen	7
3.3	Laboruntersuchungen.....	7
4	Ergebnisse der Untersuchungen	7
4.1	Schichtverlauf und -verbreitung	7
4.2	Eigenschaften und Klassifizierung der Bodenschichten	9
4.3	Berechnungskennwerte Flächengründung.....	12
4.4	Hydrologie und Grundwasserverhältnisse.....	12
5	Baugrundbeurteilung	14
5.1	Allgemeine Baugrundeinschätzung.....	14
5.2	Gründung von Straßen	14
5.3	Gründung von Rohrleitungen	20
6	Bautechnische Hinweise	23
6.1	Böschungen / Baugruben / Rohrgräben.....	23
6.2	Wasserhaltung.....	24
6.3	Nachbarsicherung.....	24
6.4	Bohr- und Rammbarkeit (Verbauarbeiten)	25
6.5	Sonstige Allgemeine Hinweise zur Bauausführung.....	25
7	Umweltrelevante Untersuchungen.....	26
8	Homogenbereiche	27
9	Schlussbemerkung.....	29

**Unterlagen**

bestätigtes Angebot/Auftrag vom 22.11.2016

Auftraggeber: Gemeinde Großheringen

Für die Bearbeitung standen folgende projektbezogene Unterlagen zur Verfügung:

- | | |
|--|--------------|
| U 1 - Topografische Karte | M 1 : 25 000 |
| U 2 - Geologische Karte | M 1 : 25 000 |
| U 3 - vom AG bzw. Planer übergebene Unterlagen: | |
| U 3.1 Aufgabenstellung | |
| U 3.2 Planvariante für Bebauungsplan Nr. 5 der Gemeinde Großheringen | |
| U 3.3 Vermessungsplan | |
| U 4 - Bestandsunterlagen (Schachtscheine) | |
| U 5 - DIN-Normen, Regelwerke, Literatur | |
| u.a. DIN 1054 (2010), DIN 1997-1 (2009/2010), DIN 1997-2 (2010), DIN 4020 (2010),
DIN 4023 (2006), DIN 18196 (2011), DIN EN ISO 14688 (2011), DIN EN ISO 14689
(2011), RiLiGeoB, ZTVE-StB, ZTVA-StB, RStO in den jeweils gültigen Fassungen,
EA-Pfähle, EAB, EAU, EBGEO | |

Weitere Unterlagen, wie Entwurfspläne, Detailpläne, Querschnittsprofile, Lastangaben u.a. liegen derzeit nicht vor.

Anlagen

- | | | |
|------------|---------------------------------|-------------|
| Anlage 1.1 | - Übersichtsplan | Blatt 1 |
| Anlage 1.2 | - Fotodokumentation | Blatt 1 |
| Anlage 2 | - Aufschlussplan | Blatt 1 - 2 |
| Anlage 3 | - Schichtenverzeichnisse | entfällt |
| Anlage 4 | - Aufschlussprofile | Blatt 1 - 2 |
| Anlage 5 | - Laboruntersuchungen Boden | |
| Anlage 5.0 | - Liste der Laborprüfergebnisse | Blatt 1 |
| Anlage 5.1 | - Kornverteilungskurven | Blatt 1 |
| Anlage 5.2 | - Konsistenzgrenzen | Blatt 1 - 3 |
| Anlage 7 | - Chemische Analytik | Blatt 1 - 7 |
| Anlage 8 | - Baugrundschnitt | Blatt 1 |



1 Bauvorhaben

Die Gemeinde Großheringen plant den Bau einer Erschließungsstraße im Rahmen des Bebauungsplans Nr. 5 in Großheringen.

Die Planungen werden vom Ingenieurbüro Kaiser in Apolda erbracht.

Die Erschließungsstraße hat eine Gesamtlänge von ca. 1.900 m. Zusätzlich sind für zwei Wohnkomplexe Zufahrtsstraßen geplant. Angaben zur höhenmäßigen Lage der Straße liegen nicht vor. Im Folgenden wird daher von einer geländegleichen und einer leicht erhöhten Lage ausgegangen.

Straßen und Rohrgräben ≤ 2 m Tiefe sind in die geotechnische Kategorie I einzuordnen.

Die Baugrundbüro Dr.-Ing. Weissenburg Ingenieurgesellschaft mbH wurde von der Gemeinde Großheringen beauftragt, für das o.g. Bauvorhaben eine Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung vorzunehmen.

Als Höhenbezug wurden die in den Planungsunterlagen (U 3) angegebenen Höhen in m NHN zu Grunde gelegt.

2 Baugrund

2.1 Morphologie, Bebauung und Bewuchs

Der Standort liegt im Süden der Gemeinde Großheringen.

Großräumig betrachtet fällt die natürliche Geländeoberfläche von den Hochflächen im Südwesten von ca. 200 m NN in östliche bis nördliche Richtung zur Ilm bzw. Saale hin auf ca. 115 ... 120 m NN ab.

Entlang der geplanten Trasse steigt die Geländeoberfläche von Nordwesten von ca. 135 m NHN in BS 1 im Anschluss an das VIEGA-Geländes teilweise relativ steil nach Südosten bis auf ca. 175 m NHN in BS 4 an, liegt danach bis BS 8 mit wechselnden Höhen zwischen ca. 167 und 175 m NHN und fällt wieder auf ca. 135 m NHN im Anschluss an die L 1062 im Osten ab.

Der Standort wird großräumig landwirtschaftlich genutzt. Die vorhandene Bebauung besteht vereinzelt aus 1 - 2geschossigen Wohngebäuden, Hallen und Nebengelassen. Über die Gründungsverhältnisse der vorhandenen Bebauung liegen keine Angaben vor.

Entlang der Trasse stehen z.T. vereinzelt bis in Gruppen Bäume.

2.2 Geologie

Der Standort befindet sich aus regionalgeologischer Sicht am südlichen Rand der Hermundurischen Scholle im Verbreitungsgebiet der Schichten des Muschelkalkes. Unmittelbar im Südwesten verläuft die Finne-Störung von Nordwesten kommend nach Südosten und trennt die Hermundurische Scholle von der Jenaer Scholle. Überlagert werden die Festgesteine von pleistozänen und holozänen Lockergesteinen.

Nach U 2 stehen am Standort die Ceratitenschichten des Oberen Muschelkalkes an, einer Folge von Wechsellagerungen grauer Mergelsteine, Tonsteine und plattiger Kalksteine. Im oberen Teil, an der Grenze zum überlagernden Lockergestein sind die Festgesteine mit wenigen Dezimetern (Kalksteine) bis Metern Mächtigkeit (Tonsteine/Mergelsteine) durch Verwitterungseinflüsse lockergesteinsartig zersetzt. Zur Tiefe hin sind mehr oder weniger rasche Zunahmen der Festigkeiten und Festgesteinseigenschaften zu erwarten.

Die Lockergesteinsschicht wird großräumig gesehen von Verwitterungslehmen sowie Hanglehm/Hangschutt aus dem Festgestein, von Terrassenschottern, Geschiebeböden sowie Lößablagerungen gebildet. Der Löß ist teilweise umgelagert/abgeschwemmt und zum Teil mit anderen Böden zu Gehängelehm vermischt. In den Bachniederungen und Senken stehen im Abschluss zur Geländeoberkante im natürlichen Profil holozäne Aueablagerungen in Form von Auelehmen und Schwemmlehm an. Dabei sind Verzahnungen und Wechsellagerungen von Aue- und (umgelagerten/abgeschwemmt) Lößablagerungen sind möglich.

Infolge des Wegebaus sowie anderer anthropogener Einwirkungen stehen oberflächlich teilweise Auffüllungen an.

2.3 Hydrogeologie / Hydrologie

Als Hauptvorflut fließt im Norden – minimal ca. 100 m entfernt – die Ilm aus westlicher Richtung kommend nach Osten und im Osten die Saale aus südlicher Richtung kommend nach Norden.

Die bindigen Deckschichten: Lößlehm wirken hauptsächlich als Grundwassergeringleiter oder als Grundwasserstauer, wobei Schichtwässer auch in stärker sandig oder kiesig ausgebildeten Lagen (Hangschutt) fließen können, die linsen- bis bänderartig in die bindigen Deckschichten eingeschaltet sein können. Die Schichtwässer können dabei auch periodisch als Schichtquellen in Erscheinung treten. Bei Ausbildung zusammenhängender Horizonte können Schicht- und Stauwässer auch als schwebendes Grundwasser vorliegen. Bei Anschnitt solcher Horizonte kann - zumeist kurzzeitig - ein größerer Wasserandrang auftreten.

Infolge oberflächennah anstehender schluffiger Sedimente besteht allgemein die Gefahr von Staunässe nach Starkniederschlägen.



Die oberen Grundwasserleiter werden lokal von dem anstehenden Hanglehm/Hangschutt gebildet. Allgemein ist eine Grundwasserabstromrichtung in nördliche bzw. östliche Richtung zu erwarten.

2.4 Besonderheiten

- Erdbebengefährdung

Der Standort liegt nach DIN EN 1998-5 bzw. DIN 4149 in keiner Erdbebenzone.

- Störungszonen

Nach U 2 liegt der Standort nordöstlich der Finne-Störungzone. Im Bereich der Finne-Störungzone sind die Schichtformationen gestört, schiefgestellt und um mehrere Meter gegenseitig verschoben. Daher sind Schiefstellungen und Versprünge der ursprünglich horizontal gelagerten Schichten möglich.

- Subrosionsgefährdung

Bedingt durch den unterlagernden bzw. im Grenzbereich vorkommenden Mittleren Muschelkalk mit eingeschalteten Salzen und Gipsen besteht für den Standort eine allgemeine zumindest latente Gefahr von möglichen Subrosionserscheinungen. Allgemein ist davon auszugehen, dass die Gefahr für solche Erscheinungen als sehr gering einzuschätzen ist.

Über eventuelle Kampfmittelverdachtsflächen liegen uns keine Angaben vor. Diese wären planungsseitig zu recherchieren.

3 Untersuchungen

3.1 Lage, Art, Umfang und Zeitpunkt der Bodenaufschlüsse

Zur Beurteilung der Baugrundverhältnisse wurden im Dezember 2016 insgesamt 15 Kleinbohrungen in Form von Rammkernsondierungen (BS) auftragsgemäß bis in Tiefen von ca. 2 m unter OKG abgeteuft.

Die Lage der Untersuchungspunkte und die Aufschlusstechnik wurden neben dem Erkundungsziel teilweise auch erheblich von den örtlichen Gegebenheiten (unklarer Kabelbestand) bestimmt.

Die Untersuchungspunkte wurden lage- und höhenmäßig eingemessen und sind zusammenfassend im Lageplan der Anlage 2 gekennzeichnet. Sämtliche Erkundungsergebnisse sind in Form von Bohrprofilen in der Anlage 4 dargestellt.



3.2 Felduntersuchungen

Felduntersuchungen, wie Tragfähigkeitsprüfungen mittels Fallplatte, wurden nicht beauftragt.

3.3 Laboruntersuchungen

Zur Klassifizierung der Böden und Bestimmung der Baugrundeigenschaften bzw. Festlegung der Bodenkennwerte wurden folgende Laborversuche durchgeführt:

- 7 Wassergehalte
- 3 Konsistenzgrenzen
- 3 Kornverteilung

Dabei wurde das Laborprogramm den vorgefundenen Baugrundverhältnissen angepasst.

4 Ergebnisse der Untersuchungen

4.1 Schichtverlauf und -verbreitung

In Auswertung der stichprobenartigen, punktförmigen Aufschlüsse ergibt sich für den Standort folgendes generelles geologisches Schichtenmodell:

Schicht 0 - Oberboden

Schicht 1 - Auffüllung (Sand, kiesig, z.T. schluffig oder steinig;
Ton/Schluff, sandig, z.T. kiesig,
z.T. organische Beimengungen, z.T. Ziegelreste)

**Schicht 2 - Lößlehm/
Gehängelehm** (Ton, schluffig bis stark schluffig, sandig)

**Schicht 3 - Hanglehm/
Hangschutt** (Ton, schluffig, sandig, z.T. kiesig,
bis Kies, sandig, tonig/Kalksteinschutt)

Nach den Aufschlussresultaten steht oberflächlich über große Bereiche humoser **Oberboden** mit Mächtigkeiten von ca. 0,2 ... 0,7 m unter OKG an.

Als humoser Oberboden oder Mutterboden ist gemäß DIN 19731 der obere Teil, d.h. der humushaltige, durchwurzelte und durchlüftete, Kleinlebewesen enthaltende Teil des Bodenprofils definiert, der sich meist durch eine dunkle Bodenfarbe vom Unterboden abhebt. Allgemein kann davon ausgegangen werden, dass der Oberboden ab ca. 0,3 ... 0,4 m Tiefe keine oder nur geringe Bodenorganismen und auch geringere organische Anteile enthält und damit als „Unterboden“ anzusehen ist. Baupraktisch verhält sich der Unterboden ähnlich wie ein Auelehm.

Daneben stehen teilweise auch **Auffüllungen** mit Mächtigkeiten bis ca. 0,7 m unter OKG an. Die Oberflächenbefestigungen der vorhandenen Wege wurden hauptsächlich als wasser-gebundene Decke mit Kies, Schotter bzw. Kalksteinschotter ausgeführt. In der Überquerung der Lachstedter Straße wurde als Oberflächenbefestigung auch Asphalt ausgeführt. Zum geringen Teil ist der darunter anstehende Lößlehm oberflächennah regellos mit Ziegelresten und anderem Bauschutt durchsetzt und wurde daher zu der Auffüllung eingeordnet. Eine weitere detaillierte Abgrenzung der Auffüllungen vom natürlichen Baugrundprofil ist fachtechnisch und wirtschaftlich nur im großräumigen Anschnitt im Zuge der Bauausführung möglich. Da anthropogene Hinweise mitunter fehlen, ist eine genaue Abgrenzung zum natürlichen Profil (Lößlehm) z.T. auch schwierig zu ziehen.

Unter dem Oberboden bzw. unter den Auffüllungen steht hauptsächlich **Lößlehm/Gehängelehm** von hellbrauner bis gelbbrauner Farbe bis zur Endteufe der Sondierungen von 2 m an. Im oberen Teil kann der Lößlehm/Gehängelehm auch leicht humifiziert sein und eine dunkelbraune bis schwarzbraune Farbe aufweisen.

Der aus Lößmaterial gebildete Lehm ist nach DIN 18196 hauptsächlich ein schluffiger, feinsandiger Ton mit leicht- bis z.T. mittelplastischen Eigenschaften. Nach der Kornverteilung handelt es sich vorwiegend um einen mittelschluffigen, feinsandigen Grobschluff. Teilweise sind an der Basis auch stärker feinsandige Lagen eingeschaltet. Der Lößlehm ist zumeist kalkhaltig und weist teilweise auch Kalkkonkretionen oder so genannte Lößkindel auf. Die Konsistenzen wurde hauptsächlich mit steif z.T. mit weich bis halbfest bestimmt. Der Lößlehm weist teilweise eine relativ hohe Strukturfestigkeit auf, d. h. die Konsistenzen werden bei der Feldansprache steifer eingeschätzt als nach der labormäßigen Aufbereitung und Bestimmung im Labor.

Der bindige Boden ist allgemein als sehr wasserempfindlich, sehr frostempfindlich und auch sehr erosionsempfindlich einzuschätzen. Bei kleinen Änderungen des Wassergehaltes wechselt bereits seine Konsistenz. Mit einer Verschlechterung der Konsistenz zu sehr weich – breiig geht auch eine schnelle Verringerung seiner Scherfestigkeit (Kohäsion) einher. Daher sind Wassersackbildungen generell zu vermeiden.

In BS 2 - 4 steht unter dem Mutterboden graugrüner, grauer bis graubrauner **Hanglehm/Hangschutt** an. Dabei handelt es sich um Material aus dem zersetzten Festgestein (Tonstein, Kalkstein), das umgelagert wurde. Da die Kornzusammensetzung teilweise stark variiert, können die bodenphysikalischen Eigenschaften auch größeren Schwankungen unterworfen sein.

Der Hanglehm oder auch **Verwitterungslehm** ist hauptsächlich als schluffiger, sandiger bis kiesiger Ton anzusprechen und besitzt vorwiegend mittlere bis ausgeprägt plastische Eigenschaften. Die Konsistenz wurde überwiegend als steif bis halbfest festgestellt. Bei dem **Hangschutt** handelt es sich hauptsächlich um Kalksteinmaterial aus dem Muschelkalk bzw. um ein Kies-Ton-Gemisch mit z.T. stark wechselnden sandigen, tonigen oder steinigen Kornanteilen.



4.2 Eigenschaften und Klassifizierung der Bodenschichten

- Baugrundeigenschaften

Auf der Grundlage der Feld- und Laborprüfungen sowie anhand von Vergleichs- und Erfahrungswerten können die aufgeschlossenen Erdstoffe durch folgende bodenphysikalische Eigenschaften beschrieben werden:

Schicht 0: Oberboden

Benennung: (DIN 4022):	Schluff , tonig, sandig bis Ton, schluffig schwach humos bis humos
Farbe:	dunkelbraun bis schwarzbraun
Bodengruppe (DIN 18 196):	OU, OH, TL/TM, SU*/ST*
Bodenklasse (DIN 18300):	1 (4)

Der Oberboden besitzt für die Gründung des Bauwerkes baupraktisch keine Bedeutung und wird daher im Folgenden mit Ausnahme der o.g. Bodengruppe und Bodenklasse nicht weiter abgehandelt.

Schicht 1: Auffüllung

Die punktförmig aufgeschlossenen Auffüllungen weisen stark unterschiedliche Zusammensetzungen auf. Hauptsächlich wurden jedoch Tone/Schluffe, Ton/Schluff-Sand-Gemische und Sande aufgeschlossen. Bedingt durch die Inhomogenität in der Zusammensetzung, unterschiedliche Einbauzwecke (Tragschichten, Hinterfüllungen, Geländeregulierungen etc.) und unterschiedliche Verdichtungsgrade können stark wechselhafte Eigenschaften vorhanden sein.

Allgemein ist zu beachten, dass nicht zweckgebunden verdichtete Auffüllungen zumeist eine unterschiedliche und allgemein geringe Dichte, eine hohe Hohlräumigkeit bzw. Makroporosität sowie bei Wasserzutritt eine noch vorhandene Sackungsempfindlichkeit aufweisen können. Insgesamt ist die Auffüllung bei Belastung je nach Porenvolumen stark bis schwach zusammendrückbar. Einlagerungen, wie Steine, Blöcke, Bauwerksreste sind prinzipiell möglich.

Bodengruppe (DIN 18196):	Auffüllung aus natürlichen Böden [GI, GW, SU/ST, SU*/ST*, GU/GT, GU*/GT*, TL, TM, TA, OU, OH] mit möglichen Stein-/Blockanteilen [X, Y] und Fremdstoffen (A)
--------------------------	--

- *Tone/Schluffe, bindiges gemischtkörniges Material (Feinkornanteil > 15 %):*

Frostempfindlichkeit (ZTVE-StB):	sehr frostempfindlich (F 3)
Plastizität:	leicht bis ausgeprägt plastisch



Konsistenz: vorwiegend weich bis steif, z.T. sehr weich oder halbfest
 Zusammendrückbarkeit: mittel bis sehr groß
 Beimengungen: z.T. organische Beimengungen

- Sand- und Kiesmaterial:

Frostempfindlichkeit (ZTVE-StB): je nach Feinkornanteil nicht bis gering frostempfindlich (F 1/F 2) bis teilweise sehr frostempfindlich (F 3)
 Lagerungsdichte: je nach Einbauzweck sehr locker bis mitteldicht, z.T. dicht
 Zusammendrückbarkeit: gering bis mittel, bei lockerer bis sehr lockerer Lagerung mittel bis groß
 Beimengungen: z.T. organische Beimengungen

Schicht 2: Lößlehm/Gehängelehm

Benennung (DIN 4022): Ton, schluffig bis stark schluffig, schwach feinsandig bis sandig
 Farbe: hellbraun, gelbbraun, graubraun, dunkelbraun
 Bodengruppe (DIN 18196): TL, TM, UL
 Frostempfindlichkeit (ZTVE-StB): F 3 – sehr frostempfindlich
 Plastizität: leicht bis z.T. mittelplastisch
 Konsistenz: hauptsächlich steif z.T. weich, halbfest
 Laborergebnisse (Einzelwerte): $w_n = 13,6 \dots 21,5 \%$,
 Konsistenzgrenzen $w_L = 38,5 - 43,8 \%$, $w_P = 18,0 - 18,5 \%$
 $I_P = 20,5 - 25,3 \%$, $I_C = 0,89 - 0,96$
 Zusammendrückbarkeit: groß, bei weicher Konsistenz z.T. sehr groß
 Tragfähigkeit: gering bis mittel
 Beimengungen: z. T. kalkhaltig
 Grundwasserleiter: Grundwasseringeleiter

Die bindigen Böden der Schicht 2 sowie vergleichbare Auffüllungen sind alle stark witterungsempfindlich. Auf ungeschützten Aushubsohlen kommt es insbesondere durch Wasser- und/oder Frosteinwirkung zu rasch voranschreitenden Entfestigungs- und Aufweichungsprozessen. Unter Einwirkung von Wasser erfolgt insbesondere bei gleichzeitiger dynamischer Beanspruchung eine schnelle Konsistenzverschlechterung.

Schicht 3: Hanglehm/Verwitterungslehm/Hangschutt

Benennung (DIN 4022): Ton, kiesig, sandig bis Kies/Sand, schluffig bis stark schluffig
 Farbe: grau, graugrün, graubraun
 Bodengruppe (DIN 18196): Ton ((TL), TM, TA), Kies-Schluff/Ton-Gemisch (GU*/GT*, SU*/ST*, GU/GT)



Frostempfindlichkeit (ZTVE-StB):	hauptsächlich sehr frostempfindlich (F3)
Plastizität:	vorwiegend mittel- bis ausgeprägt plastisch
Konsistenz:	steif bis halbfest
Laborergebnisse (Einzelwerte):	$w_n = 15,5 - 20,1 \%$,
Konsistenzgrenzen	$w_L = 68,0 \%$, $w_P = 26,6 \%$ $I_P = 41,4 \%$, $I_C = 1,05$
Lagerungsdichte:	vorwiegend mitteldicht
Zusammendrückbarkeit:	mittel bis groß
Beimengungen:	Kalksteinstücke, -lagen
Grundwasserleiter:	Grundwassergeringleiter bis -leiter

Die bindigen Böden der Schicht 3 (Hanglehm/Verwitterungslehm) sowie vergleichbare Auffüllungen sind alle witterungsempfindlich. Auf ungeschützten Aushubsohlen kommt es insbesondere durch Wasser- und/oder Frosteinwirkung zu rasch voranschreitenden Entfestigungs- und Aufweichungsprozessen.

- Bodenklassen und Bodengruppen

Die vorstehend beschriebenen Bodenschichten sind in folgende Bodengruppen und Bodenklassen einzuordnen:

Bodenart	Kurzzeichen DIN 18 196	DIN 18 300 (2012)	DIN 18301 (2012)	DIN 18319 (2012)	ZTVA-StB	ATV – A 127
Oberboden	OU, OH TL/ TM, SU*/ST*	1				
Auffüllung* ¹ (Schicht 1)	A [SW, SI, GW, GI, SU/ST, GU/GT, SU*/ ST*, GU*/GT*, TL, TM, (TA) OU, (X, Y)]	3 - 5* ¹	BN 1 - 2, BB 2 - 3 (BS 1 - 3)	LN 1 - 3, LNW 1-3, LBM 1 - 2 P 1 - 2, (S 1- 3)	V1 - V3 (außer OU, TA)	G 1 - 4
Lößlehm (Schicht 2)	TL, TM, UL	4* ²	BB 2-3	LBM 1 - 2 P 1	V3	G 4
Hanglehm/Ver- witterungslehm/ Hangschutt (Schicht 3)	(TL), TM, TA, SU*/ ST*, GU*/GT*, (GU/GT)	3 - 5* ^{3,4}	BB 2-3 (4) BN 2 (1), (BS 1 - 3)	LBM 2 (3) P 1 - 2, LN 1 - 3, (S 1- 3)	V2 - V3 (außer TA)	G 2 - 4

*¹ Einstufung ohne Oberflächenbefestigungen oder großvolumige Hindernisse wie Bauwerksreste (Fundamentreste etc.)

*² Eventuelle breiige Bereiche ($I_C < 0,5$) sind in die Bodenklasse 2 - fließende Böden - einzuordnen.



*3 Einstufung ohne eventuelle Steine, Gerölle, Blöcke; Bereiche mit mehr als 30 % Grobsteine 315 - 630 mm können auch schon die Klasse 6 - leicht lösbarer Fels - bedingen. Eventuelle Steine $d > 0,6$ m sind in Bodenklasse 7 einzuordnen.

*4 Bereiche mit fester Konsistenz, Übergangsbereiche zum verwitterten Festgestein oder Steinanteile über 30% bis $d = 0,6$ m können auch schon die Klasse 6 - leicht lösbarer Fels - bedingen.

4.3 Berechnungskennwerte Flächengründung

Für erdstatische Berechnungen können auf der Grundlage von Erfahrungswerten, Analogien, aufgrund der Laborprüfungen sowie nach DIN 1055 folgende charakteristische Werte für die geotechnischen Kenngrößen (Bodenkenngrößen) in Ansatz gebracht werden:

Schicht Nr.	Bodenart	Wichte $\gamma_{,k}$ [kN/m ³]	Wichte u. Auftrieb $\gamma'_{,k}$ [kN/m ³]	Reibungswinkel $\varphi'_{,k}$ [°]	effektive Kohäsion $c'_{,k}$ [kN/m ²]	undrännierte Kohäsion $c_{u,k}$ [kN/m ²]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m ²]
1	Auffüllungen ^{*1}						
	Sand / Kies	18 - 20	10 - 12	30 - 35	0	-	10 - 50
	Ton / Schluff	17 - 19	9 - 10	20 - 25	5 - 0	10 - 50	2 - 6
2	Lößlehm/ Gehängelehm	19 - 20	9 - 10	24 - 26	5 - 3 (w) ^{*2} 8 - 4 (st)	25 - 100	4 - 6 (w) ^{*2} 6 - 10 (st) 10 - 15 (hf)
3a	Hanglehm/Verwitterungslehm	19 - 20	9 - 10	24 - 28	8 - 6	30 - 150	6 - 15
3b	Hangschutt	19 - 20	11	28 - 32	-	-	10 - 20

^{*1} Die Werte für die Scherfestigkeit (φ' , c') gelten nur für Erddruckbemessungen.

^{*2} (br - breiige Konsistenz ($I_c \leq 0,50$), (w) – weiche Konsistenz ($0,5 \leq I_c \leq 0,75$), (st) – steife Konsistenz ($0,75 \leq I_c$), (hf) – halbfeste Konsistenz ($I_c \geq 1$))

Die Werte sind je nach Aufgabenstellung als **Mittelwerte** oder als obere und untere Grenze für **Grenzwertbetrachtungen** in Ansatz zu bringen. Die Werte für den Steifemodul berücksichtigen eine lagerungs- bzw. eine tiefenabhängige Verteilung. Für Detailfragen sind wir zu konsultieren.

4.4 Hydrologie und Grundwasserverhältnisse

Während der Aufschlussarbeiten im Dezember 2016 wurde in den Aufschlüssen kein Grundwasser festgestellt. Weiche-steife Bereiche im Boden weisen jedoch auf mögliche Schicht- und Stauwässer hin.

Für die Baumaßnahme werden daher vor allem Schicht- und Stauwassereinflüsse maßgebend sein.



Die bindigen Deckschichten (Lößlehm, Hanglehm) sind in der Regel als grundwasserstauend einzustufen. Schichtwässer können jedoch in stärker sandig oder kiesig ausgebildeten Bereichen (Hangschutt) auftreten. Die Schichtwässer können dabei auch periodisch als Schichtquellen in Erscheinung treten. Bei Ausbildung zusammenhängender Horizonte können Schicht- und Stauwässer auch als schwebendes Grundwasser vorliegen. Bei Anschnitt solcher Horizonte kann - zumeist kurzzeitig - ein größerer Wasserandrang auftreten. Ein erhöhter Wasseranfall ist jedoch zumeist an extreme Witterungssituationen (Schneeschmelze, lang anhaltende Niederschlagsperioden) gebunden.

Es wird allgemein empfohlen, Erdbauarbeiten in niederschlagsarme Witterungsperioden zu legen.

Die Durchlässigkeitsbeiwerte können erfahrungsgemäß wie folgt abgeschätzt werden (vorwiegende Werte):

Bodenart	Kurzzeichen DIN 18196	Grundwasserleiter	Durchlässigkeit [m/s]
Lößlehm (Schicht 2)	TL, TM, UL	Porenraum	$10^{-6} - 10^{-9}$
Hanglehm/Verwitterungslehm/ Hangschutt (Schicht 3)	TL, TM, TA GU*/GT*, SU*/ST*, GU/GT	Porenraum	$10^{-6} - 10^{-11}$ $10^{-4} - 10^{-7}$

Langjährige Pegelmessungen vom Standort ≥ 20 Jahre gemäß DIN zur Festlegung der Bemessungswasserstände liegen dem Unterzeichner nicht vor.

Erfahrungsgemäß liegen die Grundwasserstände auf der Hochfläche ca. 3 - 5 m unter OKG.

Es wird empfohlen, eventuelle Brunnenstände abzufragen und der aktuellen Einschätzung der hydrologischen Situation durch eine Anfrage bei den zuständigen amtlichen Stellen (Untere Wasserbehörde) nachzugehen oder ggfs. eine geohydrologische Untersuchung zu beauftragen.



5 Baugrundbeurteilung

5.1 Allgemeine Baugrundeinschätzung

Für Gründungsbetrachtungen ergibt sich nach den punktförmigen Baugrundaufschlüssen der Anlage 4 zusammenfassend folgendes Bild:

Danach stehen oberflächlich humoser Mutterboden mit Mächtigkeiten von ca. 0,2 ... 0,7 m unter OKG oder Auffüllungen mit Mächtigkeiten von ca. 0,3 ... 0,7 m unter OKG an. Darunter steht großflächig verbreitet bis zur Endteufe von ca. 2 m unter OKG Lößlehm mit steifen, z.T. weichen oder halbfesten Konsistenzen an. In BS 2 - 4 folgt unter dem Oberboden Hanglehm/Verwitterungslehm und Hangschutt/Kalksteinschutt.

Grund- bzw. Schichtwässer wurden während der Untersuchung im Dezember 2016 nicht festgestellt. Lokal weiche Bereiche im Boden weisen jedoch auf mögliche Schicht- oder Stauwässer hin.

In Auswertung der vorgefundenen Situation ist mit erhöhten Aufwendungen bei den Gründungsarbeiten zu rechnen. Diese Einschätzung ergibt sich insbesondere aus

- der relativ hohen Wasserempfindlichkeit der bindigen Böden und vergleichbarer Auffüllungen und der daraus folgenden schlechten Tragfähigkeit und bauseitigen schlechten Verdichtungsfähigkeit bei hohen Wassergehalten.
- der relativ schlechten Verdichtungswilligkeit (Hanglehm/Verwitterungslehm).

Damit sind erhöhte Aufwendungen für die Gründung von Straßen in Form von einer Vergrößerung der ungebundenen Tragschicht durch Bodenaustausch oder zusätzliche Maßnahmen zur Untergrundverbesserung einzuplanen.

5.2 Gründung von Straßen

- Frostempfindlichkeit der Böden

Der Trassenabschnitt ist nach der Frosteinwirkungszonenkarte von Deutschland in die

Frostzone II

einzuordnen.

Hinsichtlich der Frostempfindlichkeit sind die im Gründungsbereich der Straße anstehenden Böden und Auffüllungen nach Tabelle 1 der ZTVE-StB 09 als hauptsächlich sehr frostempfindlich - Klasse F 3 einzustufen.



- Hydrologische Verhältnisse

Infolge der festgestellten Schicht- und Stauwasserproblematik sind die Wasserverhältnisse in den bindigen Schichten mit möglichen Schicht- und Stauwässern während der Frostperiode zeitweise höher 1,5 m unter Planum ohne zusätzliche Maßnahmen (Drainagen) als ungünstig einzuschätzen. Mit Drainage wären die hydrologischen Verhältnisse als günstig einzuschätzen.

- Mindestdicke des frostsicheren Aufbaus

Für Bauweisen nach Tafel 1 der RStO ergeben sich folgende Mindestdicken für den frostsicheren Oberbau für u. g. Straßenbauklassen:

Lage der Gradiente: Geländehöhe bis Damm \leq 2 m

	Belastungsklassen	
	Bk3,2 - Bk1,0 (III / IV)	Bk0,3 (V, VI)
Richtwert (F3)	60	50
Frostzone II	5	5
Wasserverhältnisse* ¹	5	5
Gesamt [cm]	70	60

*1 bei Grund- bzw. Schicht- oder Stauwässer ständig oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum (ohne Drainage)

Bei Ausführung eines einheitlichen Bodenaustausches $d \geq 0,5$ m unter Planum mit grob- und gemischtkörnigen Schüttmaterial, das mindestens der Frostempfindlichkeitsklasse F 2 (GU, GT und vergleichbar) entspricht, oder bei einer qualifizierten Bodenverbesserung darf die o.g. frostsichere Mindestdicke um einen Wert von 10 cm vermindert werden.

Weitere Zu- und Abschlüge sind planungsseitig zu prüfen.

- Planumsentwässerung / Schutz des Planums

In den feuchten Jahreszeiten kann es in den bindigen Deckschichten oder vergleichbaren Auffüllungen infolge der teilweisen relativ hohen Bindigkeit lokal zu geländenahen Stauwasserbildungen und Vernässungen kommen. So zeigten auch die Böden hier teilweise eine weiche-steife Konsistenz.

Das anfallende Wasser ist durch eine Planumsentwässerung nach RAS-Ew zu fassen und schadlos abzuleiten. Die Frostschutzschichten können dabei die Funktion einer Sickerschicht erfüllen, wenn das Mineralstoffgemisch im eingebauten Zustand eine vertikale Durchlässigkeit von $k \geq 1 \cdot 10^{-5}$ m/s aufweist.



Infolge der Witterungsempfindlichkeit der anstehenden bindigen und gemischtkörnigen Erdstoffe sowie vergleichbarer Auffüllungen sollen Gründungssohlen nur in einem solchen Umfang freigelegt werden, wie sie zum Schutz vor Witterungseinflüssen wieder schnell überbaut und entwässert werden können (bauzeitliches Planungsgefälle, Dränagen etc.). Anderenfalls sind Schutzschichten ($d \geq 0,3$ m) zu belassen.

Das fertiggestellte Planum darf insbesondere während niederschlagsreicher Perioden oder im Winter nicht über längere Zeit ungeschützt liegenbleiben. Werden keine Schutzmaßnahmen getroffen, muss unmittelbar vor dem Einbau der Tragschicht das Planum nachverdichtet werden.

Die auf dem Planum anstehenden bindigen und gemischtkörnigen Böden der Schichten 2 und 3 sowie vergleichbare Auffüllungen sind alle sehr witterungsempfindlich einzuschätzen. Nach ZTVE-StB ist bei witterungsempfindlichen Böden eine Querneigung des Planums von mindestens 4 % auszubilden, sofern der Boden nicht mit Bindemitteln verfestigt oder verbessert wird. Nach einer Verfestigung soll die Querneigung mindestens 2,5 % betragen.

Ein direktes Befahren der Erdbauplanien mit schwerem Gerät ist zu vermeiden (Vorkopfschüttung, Aushub im Rückschritt).

- **Tragfähigkeit des potentiellen Planums**
- **Anforderungen an das Planum nach ZTVE-StB, RStO**

Das Planum ist profilgerecht, eben und tragfähig auszubilden.

Gemäß ZTVE-StB wird bei den im Planum anstehenden bindigen Böden der Schichten 2 und 3 sowie bei vergleichbaren Auffüllungen für den Bereich des Straßenplanums bis 0,5 m Tiefe unter Planum ein Verdichtungsgrad von

$$D_{Pr} \geq 97 \%$$

bei einem Luftporenanteil $n_a \leq 12 \%$ gefordert. Als erforderlicher Verformungsmodul ist bei frostempfindlichem Untergrund bzw. Unterbau auf dem Planum von Straßen ein Wert von

$$E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$$

dauerhaft nachzuweisen.

Nach Ausführung einer qualifizierten Bodenverbesserung (QBV) ist auf dem Planum des verbesserten Bodens ein Verformungsmodul von

$$E_{v2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$$

erforderlich.



Auf der Oberfläche von Banketten wird ein E_{v2} -Wert von $\geq 80 \text{ MN/m}^2$ empfohlen, sofern sich nicht durch Vorgaben des Bauherren höhere Werte ergeben.

- vorhandene Tragfähigkeit, Verdichtungsgrad

In Auswertung der stichprobenartigen Labor- und Feldversuche sowie der Erfahrungen muss eingeschätzt werden, dass in dem oberflächennah anstehenden bindigen Boden (Lößlehm/ Gehängelehm, Hanglehm/Hangschutt) und vergleichbaren Auffüllungen die geforderten Trag- und Verdichtungskriterien hinsichtlich des Verdichtungsgrades, des Porenanteils und des Verformungsmoduls in der Regel nicht vorhanden bzw. bauseitig nicht garantiert sind. So können im weichen-steifen Lößlehm und im Hanglehm nach den regionalen Erfahrungen nur Verformungsmoduli von maximal ca. $E_{v2} = 15 \dots 25 \text{ MN/m}^2$ erwartet werden. Nach der Frostperiode oder bei stärkerer Durchfeuchtung gehen die Werte noch zurück. Die geforderten Tragfähigkeitswerte sind höchstens im halbfesten Lößlehm bzw. Hanglehm und im Hangschutt zu erreichen. Zudem sind die i.d.R. ungenügenden Verdichtungsgrade zu beachten.

Angesichts der teilweise hohen Wasserempfindlichkeit (Lößlehm) und der daraus ableitbaren schlechten Einbau- und Verdichtungsfähigkeit und der schlechten Verdichtungswilligkeit ist zudem einzuschätzen, dass Nachverdichtungen keine große Verdichtungseffekte (Gummieffekt) bringen bzw. dass eine wesentliche Verbesserung des schlechten Zustandes nicht zu erwarten ist.

Daher sind eine Vergrößerung der ungebundenen Tragschicht durch Bodenaustausch oder zusätzliche Maßnahmen zur Untergrundverbesserung einzuplanen.

- Maßnahmen zur Erhöhung der Tragfähigkeit

Bei einem Bodenaustausch aus Mineralstoffgemisch lassen sich die erforderlichen Austauschdicken in den anstehenden bindigen Boden für die Gründung von Straßen erfahrungsgemäß wie folgt abschätzen:

	erforderliche Austauschdicke
Lößlehm (Schicht 2)	0,3 – 0,4 m
Hanglehm (Schicht 3a)	0,3 – 0,4 m
Hangschutt (Schicht 3b)	0,2 – 0,3 m

wobei sich lokal bei sehr ungünstigen Verhältnissen auch größere Austauschdicken erforderlich machen können und bei sehr günstigen Verhältnissen Minderdicken möglich sind.



Das Aushubplanum ist generell vor dem Einbau mit geeignetem Verdichtungsgerät statisch nachzuverdichten (z.B. Vorverdichtung mit Schafffußwalze (bindige Böden) und Nachverdichtung mit Glattmantelwalze). Die erzielte Tragfähigkeit ist über die Verformung (Einsenkung) zu prüfen. Sofern bei der Nachverdichtung lokale Schwächestellen im Untergrund festgestellt werden, ist dieser Bereich entsprechend tiefer aufzuheben oder zu verbessern bzw. zu stabilisieren.

Ergänzend zu den Bodenaustauscharbeiten wird bei ggfs. lokal sehr weichen oder sehr lockeren Bodenbereichen im Erdplanum zur Gewährleistung der geforderten Verdichtungsgrade bedarfsweise ein Eindrücken/Einwalzen von Grobschlagmaterial 0/90 ... 0/200 an der Basis des eigentlichen Bodenaustausches für eine bessere Verzahnung bzw. zur Stabilisierung empfohlen. Zusätzlich ist in dem Fall ein Geogitter mit Vlies als Bewehrung und Trennschicht an der Unterkante des Polsters anzuordnen, um ein Eindringen des weichen Bodens in das Polster zu vermeiden.

Eventuelle Bereiche im Planum aus **nicht zweckgebundenen verdichteten Auffüllungen** (außer alter Straßenbau) sind gemäß ZTVE-StB bis \geq ca. 0,6 - 1,0 m unter Planum auszukoffern und durch gut verdichtbares Mineralstoffgemisch zu ersetzen. Werden eventuelle Fremdkörper in den Auffüllungen festgestellt, die das Tragverhalten negativ beeinflussen können, sind diese zu entfernen. Es gelten die Aussagen wie bei der Gründung in sehr weichen oder sehr lockeren Bodenbereichen.

Für den **Bodenaustausch** sollen vorzugsweise nur gut verdichtbare Kies-Sand-Gemische oder Schotter aus Hartgestein in Anlehnung an die Regelsieblinien nach ZTV SoB-StB bzw. TL BuB E-StB bei einem Feinkornanteil $\leq 10\%$ oder vergleichbares Recyclingmaterial zum Einsatz kommen. Schottergemische lassen in der Regel aufgrund ihrer kantigen Kornform eine bessere Verzahnung und Verspannung im Polster erwarten als rundkörnige Kies-sandgemische. Auf dem lagenweise eingebrachten und mit einem Verdichtungsgrad von mindestens $D_{Pr} = 100\%$ zu verdichtenden Polster werden für Lastplattenprüfungen in Abhängigkeit des Schüttstoffes orientierende Prüfziele von $E_{v2} \geq 70 - 100 \text{ MN/m}^2$ bei $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,4 - 2,3$ gefordert.

Im Bereich der bindigen Deckschichten soll das Bodenaustauschmaterial im eingebauten Zustand eine Durchlässigkeit $k \leq 10^{-6} \text{ m/s}$ aufweisen, damit anfallendes Wasser möglichst auf dieser Schicht der Kofferentwässerung zufließen kann.

Zur Reduzierung der erforderlichen Austauschdicken kann auch ein Polsteraufbau unter Verwendung einer Tragschichtbewehrung (Geogitter) erfolgen. Als Polstermaterial werden hier nur Brechkorngemische aus Hartgestein empfohlen. Für die Bemessung der Austauschdicken wird z.B. auf *Floss* verwiesen.

Alternativ kann auch eine **Bodenbehandlung** erfolgen, wobei jedoch die damit verbundene Staubentwicklung zu beachten ist. Der Lößlehm ist erfahrungsgemäß gut für eine Bodenbe-

handlung mit hydraulischen Bindemitteln, z. B. Branntkalk, Kalkhydrat oder Mischbinder 30/70 bzw. 40/60 (Kalk/Zement) geeignet.

Die Eignung des Erdstoffes ist durch Eignungsprüfungen vor Baubeginn nachzuweisen. Die erforderliche Dosiermenge richtet sich nach den Ergebnissen der Eignungsprüfungen. Dabei sind die erforderlichen Bindemittelzugaben neben der Verarbeitbarkeit auch hinsichtlich der geforderten Verdichtungswerte und Tragfähigkeiten (E_{v2}) bzw. Druckfestigkeiten und zulässige Hebungen zu prüfen.

Erfahrungsgemäß liegen die erforderlichen Bindemittelzugaben bei ca. 3 – 6 % der Trockenmasse des Bodens. Zu beachten ist, dass der Boden bei zu hohen Wassergehalten ($w \geq 0,20 \dots 0,22$) auch für eine Bodenbehandlung zu nass ist. Bei bauseitig zu trockenen Böden (z.B. halbfeste Konsistenz) können sich dagegen auch Wasserzugaben erforderlich machen. Für die Bodenbehandlung sowie für die Herstellung von gebundenen Tragschichten sind die Ausführungen des „Merkblatt über Bodenverbesserungen und Bodenverfestigungen mit Bindemitteln“ sowie die Vorschriften und Richtlinien gemäß ZTVE - StB, ZTVT-StB bzw. ZTV Beton StB und TP BF-StB zu beachten.

Alternativ zu einem **Bodenaustausch** und -ersatz durch Mineralstoffgemische oder einer qualifizierten Bodenverbesserung ist auch ein Bodenersatz durch eine **hydraulisch gebundene Schicht** (z.B. Walzbeton (Magerbeton) mit $d = \text{ca. } 0,15 \dots 0,20 \text{ m}$ möglich).

In den z.T. weichen-steifen wassergesättigten Böden ist grundsätzlich nur statisch zu verdichten, um einen Porenwasserüberdruckaufbau und damit einen Verlust der Tragfähigkeit auszuschließen.

- Prüfungen

Die oben angegebenen Schichtdicken (Bodenaustausch, Bodenverbesserung etc.) dienen generell zur Orientierung im Rahmen der Vorplanung, wobei die mittels der Frühjahrstragfähigkeiten ermittelten Dicken als Mindestdicken anzusehen sind.

Das Verdichtungsverfahren (Verdichtungsgerät, Anzahl der Übergänge, Arbeitsgeschwindigkeit) und die zulässige Schütthöhe sind durch **Probeverdichtung** und Probefelder auf den zu verdichtenden Boden abzustimmen. Damit soll geprüft werden, ob die im Leistungsverzeichnis vorgeschriebenen Anforderungen bei dem gewählten Arbeitsverfahren erreicht werden oder Änderungen im Verfahren zweckmäßig sind.

Die geforderten Trag- und Verdichtungswerte sind entsprechend nachzuweisen. Der Stichprobenumfang für Kontroll- und Eigenüberwachungen ist gemäß ZTVE-StB festzulegen. Als Prüfmethode empfehlen wir die Methode M 3.

Zusätzlich werden Kontrollprüfungen für die Tragfähigkeit und die Verdichtung empfohlen, wobei der Umfang 1/5 - 1/10 des Prüfumfanges für die Eigenüberwachung betragen soll.

- Dezentrale Versickerung von Niederschlagswasser

Gemäß den Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil Entwässerung (RAS-Ew) setzen Versickerungsanlagen im Straßenbau einen durchlässigen Untergrund mit $3 \cdot 10^{-2} \geq k \geq 1 \cdot 10^{-5}$ m/s, ein ausreichendes Schluckvermögen des Grundwasseraquifers bzw. eine hinreichend große Schichtmächtigkeit und einen hinreichend großen Grundwasserflurabstand (mindestens 1 m) voraus. Die Lage muss zudem außerhalb von Wassergewinnungsgebieten liegen.

Für eine eventuelle **Versickerung** von Niederschlagswässern sind die anstehenden bindigen Böden (Lößlehm, Hanglehm/Verwitterungslehm) mit Durchlässigkeitsbeiwerten von in der Regel $k < 10^{-6}$ m/s i.d.R. als nicht geeignet einzuschätzen.

- Dämme / Einschnitte

Gemäß der Aufgabenstellung sind keine Dämme bzw. Einschnitte geplant.

Zu beachten ist, dass eventuelle Dämme in geeigneten Lagen mit Verzahnungen auszuführen sind. Für eventuelle Dämme und Einschnitte sind Standsicherheitsuntersuchungen erforderlich.

5.3 Gründung von Rohrleitungen

Für die Verlegung von Rohrleitungen gelten die Richtlinien und Bestimmungen gemäß DIN EN 1610 sowie einschlägiger Arbeitsblätter der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V..

Nach den Schichtenverzeichnissen der Anlage 4 steht bis 2 m unter OKG hellbrauner bis gelbgrauer Lößlehm mit hauptsächlich steifen und z.T. weichen bis halbfesten Konsistenzen an.

Allgemein kann vorausgesetzt werden, dass die anstehenden bindigen Böden (Lößlehm, Hanglehm/Verwitterungslehm, Hangschutt) bei zumindest weichen-steifen Konsistenzen in der Regel ausreichende Tragfähigkeiten für Rohrleitungen besitzen.

In mindestens weichen-steifen Bereichen sind die Grabensohlen glatt abzuziehen bzw. glatt herzustellen und für eine einwandfreie Ausführung der Bauarbeiten wasserfrei zu halten. Da die feinkörnigen und gemischtkörnigen bindigen Böden der Schicht 2 und 3 (Hanglehm/Verwitterungslehm) stark wasserempfindlich sind, sollen die Aushubsohlen möglichst schnell wieder überbaut werden. Ist das nicht möglich, sind Schutzschichten $d \geq 0,3$ m zu belassen. Bei den Erdarbeiten aufgelockerte oder aufgeweichte bindige Bereiche sind vorzugsweise auszukoffern und durch gut verdichtbares Mineralstoffgemisch oder Magerbeton zu ersetzen.

Bei eventuellen Grabensohlen in weichen bis sehr weichen oder vernässten Bereichen sind Mehraufwendungen durch sohlstabilisierende Maßnahmen erforderlich. Bei Feststellung einer ungenügenden Trittsicherheit ist ein Bodenaustausch (Gründungspolster) mit Mineralstoffgemisch ($d \geq 0,3$ m) oder in Magerbeton ($d = 0,10 - 0,15$ m) auszuführen. Zusätzlich wird bei ggfs. sehr schlechten Verhältnissen die Verlegung eines Geogitters auf dem Erdplanum (Polsterunterkante) empfohlen. Das Geogitter ist ausreichend in die überliegenden Polsterschichten einzuspannen. Unter dem Gitter ist in dem Fall ein Trennvlies anzuordnen, um ein Eindringen des z.T. weichen/breiigen Bodens in das Polster zu verhindern.

Eventuelle Grabensohlen in Auffüllbereichen sind zur Überprüfung der Tragfähigkeit generell nachzuverdichten. Die o.g. Hinweise zur Gründung gelten sinngemäß.

Für Gründungspolster aus Mineralstoffgemischen werden nur gut kornabgestufte, scherfeste Gemische (z.B. Kies-Sand-Gemische der Verdichtbarkeitsklasse V1 nach ZTV-A-StB 97/06 (z. B. Körnung 0/32 ... 0/45 mit Feinkorn < 15 %) oder vergleichbare Materialien, wie Schotter oder Recyclingmaterial empfohlen, um die ordnungsgemäße Verdichtung der Rohrzone zu gewährleisten.

Da die anstehenden Böden für eine unmittelbare Rohrauf Lagerung nicht bzw. nicht durchgängig geeignet sind (teilweise weiche oder halbfeste Bereiche, Kieskornanteile), wird eine einheitliche **Rohrauf Lagerung** auf einer Kiessandbettung ($d = 100$ mm + 1/DN) gemäß DIN EN 1610 empfohlen. Dazu ist die Grabensohle entsprechend tiefer auszuheben und ein Auflager aus verdichtungsfähigem Material einzubringen. Das Größtkorn der Bettung soll nach DIN EN 1610 auf 22 mm ($DN \leq 200$) bzw. 40 mm ($200 < DN \leq 600$) beschränkt sein. Die Rohrauf Lager sind so herzustellen, dass eine gleichmäßige Druckverteilung im Auflagerbereich sichergestellt ist.

Bei abfallenden Leitungsgräben in bindigen Böden werden Sperrriegel aus Ton oder Beton zur Verhinderung einer Dränagewirkung infolge strömenden Grundwassers empfohlen. Als Orientierung kann ein Abstand von $\approx 50 - 60$ m zu Grunde gelegt werden.

Schächte und andere kleinere Bauwerke können in den anstehenden Baugrundsichten unter Beachtung der o.g. Einschränkungen gegründet werden. Für die Gründung gelten o.g. Hinweise wie für die Gründung von Rohrleitungen sinngemäß. Für Schächte in den Auffüllungen oder in den sehr weichen/breiigen oder vernässten Bereichen wird zusätzlich eine Magerbetonsohle $d \geq 0,15$ m empfohlen. Bei Schächten mit dynamischen Einwirkungen durch Pumpen etc. wird im Lösslehm eine Polstergründung $d \geq 0,20$ (Beton) bzw. $d \geq 0,30 \dots 0,50$ m (Mineralstoffgemisch) empfohlen.

Sollen Schachtbauwerke überschlägig nach DIN EN 1997-1 bzw. DIN 1054 (2010) mit Bemessungswerten $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes (Grundbruch) nachgewiesen werden, können unter Berücksichtigung der entsprechenden Anwendungskriterien der DIN für Fundamentbreiten von 0,5 bis 2 m und Einbindetiefen von mindestens 2,0 m folgende zulässige Werte zugrunde gelegt werden:

Lößlehm:	$\sigma_{R,d} = 180 \text{ kN/m}^2$
Hanglehm/Verwitterungslehm:	$\sigma_{R,d} = 200 \text{ kN/m}^2$

Für eine Bemessung nach DIN 1054 (2005) mit Bemessungswerten σ_0 des aufnehmbaren Sohldrucks ist der o. g. Werte mit einem Faktor von 1,4 zu dividieren.

Da es sich bei den Rohrleitungen und Schächten im Allgemeinen um Hohlkörper handelt, kann davon ausgegangen werden, dass die abzutragenden Lasten in etwa in Größenordnung des Gewichtes des Erdaushubes liegen, sodass keine wesentlichen zusätzlichen Lasten in den Baugrund eingetragen werden. Daher werden im Regelfall keine und nur geringe Setzungen zu erwarten sein. Höhere Lasten können jedoch z. B. durch höhere Wichten der Hinterfüllstoffe oder höhere Verdichtungsgrade entstehen. Verformungen infolge von Strömungsdrücken sind zusätzlich zu betrachten.

- Rohrgrabenverfüllung

Für die Verfüllung der Rohrzonen bis 300 mm über Rohrscheitel wird generell nur ein gut abgestuftes Sand- oder Kies-Sand-Gemisch mit Größtkorn 22 mm (ZTVE-StB) empfohlen.

Die Verfüllung ist lagenweise und auf beiden Seiten gleichmäßig vorzunehmen, um Rohrverlagerungen auszuschließen. Innerhalb der Leitungszone ist das Verfüllmaterial von Hand oder mit leichten Verdichtungsgeräten mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 97 \%$ (ZTVA) zu verdichten. Außerhalb von Verkehrsanlagen richtet sich der Verdichtungsgrad nach den statisch erforderlichen Angaben (z. B. DIN EN 1295).

Die mechanische Verdichtung direkt über dem Rohr darf erst erfolgen, wenn eine Schicht in einer Mindestdicke von 300 mm über dem Rohrscheitel eingebracht worden ist. Die Gesamtdicke der Schutzschicht über dem Rohr hängt von der Art des Verdichtungsgerätes ab.

Unter **Verkehrsflächen** sind die Forderungen der ZTVE-StB einzuhalten. Da die anstehenden bindigen und gemischtkörnigen Böden infolge der teilweisen hohen Wassergehalte angesichts z.T. weicher Konsistenz bzw. der allgemein hohen Wasserempfindlichkeit und/oder schlechten bauseitigen Verdichtbarkeit für eine Wiederverfüllung unter Verkehrsflächen ohne qualifizierte Bodenverbesserung nicht oder nur bedingt geeignet sind, werden vorzugsweise gut kornabgestufte grob- bis gemischtkörnige Mineralgemische der Verdichtbarkeitsklasse V 1 nach ZTVA-StB 97/06 (Bodengruppen GW, GI, SW, SI, GU/ GT, SU/ST mit Feinkornanteil < 10 % oder vergleichbares Recyclingmaterial) empfohlen, die im Bereich Planum bis 0,5 m unter Planum auf $D_{Pr} \geq 100 \%$ und darunter auf $D_{Pr} \geq 98 \%$ zu verdichten sind.

Alternativ kann auch eine Wiederverwendung als Rohrgrabenverfüllung mittels „RSS-Flüssigboden“ oder vergleichbar geprüft werden. Eine solche Lösung setzt entsprechende Eignungsprüfungen voraus.

Die Schütthöhen können entsprechend Tabelle 4 der ZTVA-StB gewählt werden. Die geforderten Verdichtungswerte sind entsprechend nachzuweisen.

Die Entfernung des Verbaus soll während der Herstellung der Leitungszone fortlaufend erfolgen. Ist das nicht möglich, sind besondere Maßnahmen erforderlich (besondere statische Berechnungen, verbleibender Verbau, besondere Wahl des Baustoffes).

6 Bautechnische Hinweise

6.1 Böschungen / Baugruben / Rohrgräben

Baugruben und Rohrgräben sind gemäß der DIN 4124 abzuböschten oder zu verbauen, dabei können sich in Abhängigkeit der Lage des Bauabschnittes bzw. der Aushubtiefe auch abschnittsweise unterschiedliche Verbauausbildungen ergeben. Für Arbeiten im Gründungsbereich von vorhandener Bebauung sind die Forderungen gemäß DIN 4123 einzuhalten.

Für die Gründungsarbeiten der Straße werden sich unter Beachtung der Bodenaushubgrenzen der DIN 4123 im Bereich ggfs. zu sichernder Bebauung in der Regel keine Maßnahmen zur Baugrubensicherung erforderlich machen. Baugruben oberhalb des Grund- und Schichtwassers und außerhalb von Lasteintragungen von Verkehr und Bauwerken dürfen bei horizontalem und nur schwach geneigtem Gelände in ausreichend standfesten, d. h. mindestens steifen bindigen Böden allgemein bis in eine Tiefe von maximal 1,25 m senkrecht hergestellt werden. Bei Baugruben und Rohrgräben bis 1,75 m Tiefe darf senkrecht abgeschachtet werden, wenn der Bereich oberhalb 1,25 m bis OKG gemäß DIN 4124 unter $\leq 45^\circ$ abgeböschet oder teilverbaut wird. Die stark geneigten Bereichen wird ein Verbau empfohlen.

Tiefere Baugruben und Gräben sind generell abzuböschten oder zu verbauen. Im Bereich von auftretenden Lasteintragungen aus Bauwerken, Stapellasten, Verkehr usw. sind Baugruben und Gräben durch verformungsarme Verbauwände zu sichern.

Der Verbau von Rohrgräben kann oberhalb des Grund- und Schichtwassers in ausreichend standfesten, d. h. zumindest weichen-steifen Bodenbereichen als waagerechte oder senkrechte Grabenverbaue oder Grabenverbaue mit Verbaugeräten nach DIN 4124 ausgeführt werden. Im Gründungsbereich von vorhandener Bebauung darf jedoch nur ein verformungsarmer Verbau, wie z. B. ein Gleitschienenverbau mit Stützrahmen ausgebildet werden, um Auflockerungen im Boden oder ein mögliches Nachgeben des Bodens zu vermindern.

Im Bereich von auftretenden Lasteintragungen aus Stapellasten, Verkehr, Bauwerken usw. sind Baugruben und Gräben generell zu verbauen. Die Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB) der DGGT sind zu beachten.

Für abgeöschte Baugruben dürfen bis maximal 3,0 m Tiefe und oberhalb des Grund- und Schichtwasserbereiches folgende Böschungswinkel nicht überschritten werden:

Auffüllungen, Hangschutt, Lößlehm
von mindestens **weicher** Konsistenz ($I_c \geq 0,5$): $\beta = 45^\circ$

Lößlehm, Hanglehm/Verwitterungslehm
von mindestens **steifer** Konsistenz ($I_c \geq 0,75$): $\beta = 60^\circ$

Für größere Standhöhen, bei belasteten Böschungsschultern, bei weicher bis sehr weicher Konsistenz sowie bei Sickerwasserandrang sind die Böschungswinkel entsprechend zu verkleinern oder Bermen anzuordnen. Für den Fall ist die Standsicherheit nach DIN 4084 nachzuweisen. Baugrubenböschungen sind vor Witterungseinflüssen (Austrocknung, Oberflächenwasser) z.B. mittels Folien etc. zu schützen. Bei geringem Sickerwasseranstrom können Baugrubenböschungen z.B. auch mit Stützfiltern gesichert werden.

6.2 Wasserhaltung

Die Wasserhaltung und die anfallenden Wassermengen hängen neben den Bodenarten hauptsächlich von den bauzeitlichen Grundwasserständen, der Größe der Baugrube sowie der Absenktiefe ab.

Bei der Baugrunderkundung wurde in den Sondierungen bis zur Endteufe kein Wasser festgestellt. Lokal weiche Bereiche im Boden weisen jedoch auf mögliche Schicht- oder Stauwässer hin.

Für die Bauarbeiten ist eine Wasserhaltung bedarfsweise vorzuhalten, die i.d.R. als offene Wasserhaltung ausgeführt werden kann. Dazu sind Planien mit Gefälle anzulegen. Zusätzliche Wässer sowie Niederschlagswässer sind über Sohlrännagen den Pumpensümpfen an den Tiefststellen zuzuführen und dort abzupumpen.

6.3 Nachbarsicherung

Im Einflussbereich von angrenzender Bebauung oder Verkehr sind Baugrubenwände generell verformungsarm auszubilden (Aussteifungen, Verankerungen). Der Ansatz des Erddruckes richtet sich nach den zulässigen Verformungswerten. Allgemein wird zumindest der Ansatz des erhöhten aktiven Erddruckes empfohlen:

$$k_{ae} = \frac{k_a + k_o}{2}$$



mit k_{ae} - erhöhter aktiver Erddruck, k_o - Erdruchdruck, k_a - aktiver Erddruck.

Die Verträglichkeit der zu erwartenden Wandverformungen und der Setzungen, die sich für die baulichen Anlagen hinter der Baugrubenwand ergeben, ist zu prüfen. Die tatsächlichen Wandverformungen und die Setzungen sind durch Messungen zu überwachen.

Infolge der setzungsempfindlichen Böden dürfen im Bereich angrenzenden Nachbarbebauung nur erschütterungsarme Bauverfahren zur Anwendung kommen.

Bei Arbeiten in unmittelbarer Nähe von bestehenden Gebäuden sowie bei Grundwasserabsenkungen wird eine **Beweissicherung** (Fotoaufnahmen, Gipsmarken über evtl. vorhandene Risse, Nivellement der Sockelhöhen, Neigungsmessungen) empfohlen, um nichtberechtigte Ansprüche auszuschließen.

Vor Beginn der Bauarbeiten sind die Gründungsverhältnisse festzustellen und mögliche Auswirkungen auf die Standsicherheit zu prüfen. Während der Bauzeit sind laufende Beobachtungen vorzusehen und bei Bedarf erforderliche Sicherungsmaßnahmen umgehend zu ergreifen.

6.4 Bohr- und Rammpbarkeit (Verbauarbeiten)

Den bis zur Aufschlussentiefe erkundeten Baugrundsichten können aufgrund von Erfahrungswerten folgende Bohr- und Rammeigenschaften zugeordnet werden:

Schicht Nr.	Bodenart	Bohrbarkeit	Rammpbarkeit
1	Auffüllung	leicht bis mittel* ¹	leicht bis schwer* ¹
2	Lößlehm	leicht* ²	leicht bis mittel* ²
3a	Hanglehm/Verwitterungslehm	leicht bis mittel* ²	mittel bis schwer* ²
3b	Hangschutt	mittel	mittel bis sehr schwer* ³

*¹ Einstufung ohne Oberflächenbefestigungen oder großvolumige Hindernisse wie Bauwerksreste (Fundamentreste etc.), Bohr- und Rammhindernisse generell möglich

*² erhöhter Haftwiderstand an Verrohrung möglich

*³ Bohrhindernisse durch Steine, Gerölle, Böcke möglich

6.5 Sonstige Allgemeine Hinweise zur Bauausführung

Die am Standort anstehenden bindigen und gemischtkörnigen Böden und vergleichbare Auffüllungen sind allgemein stark wasser- und bewegungsempfindliche Erdstoffe. Bei Zutritt



von Wässern und zusätzlicher mechanischer Beanspruchung weicht der Boden rasch auf und wird breiig. Das bedeutet, nach Niederschlägen sind in diesem Bereich herzustellende Planien und Baugruben besonders gefährdet und sollen nach ihrer Fertigstellung sofort versiegelt oder überbaut werden.

Ein direktes Befahren der Erdbauplanien mit schwerem Gerät ist zu vermeiden. Die Herstellung des Erdplanums soll insbesondere bei schlechten Witterungsbedingungen in rückschreitender Arbeitsrichtung erfolgen. Niederschlagswässer sind sofort abzuleiten.

Infolge der teilweisen hohen Wassersättigung des Untergrundes soll in den bindigen Böden generell nur statisch verdichtet werden, um einem Porenwasserdruckaufbau im Untergrund zu vermeiden, der zu einer Verschlechterung der Trageigenschaften führen kann. Für schwere Geräte sind daher bedarfsweise Maßnahmen zur Gewährleistung eines tragfähigen Planums (z.B. Polster $d \geq 0,3$ m) einzuplanen.

Die in der Gründungssohle vorgefundenen Gründungsverhältnisse sind durch eine Abnahme der Gründungssohle bzw. durch Pfahlabnahmen durch den Baugrundgutachter entsprechend bestätigen zu lassen.

7 Umweltrelevante Untersuchungen

Die gewonnenen Bodenproben waren im Wesentlichen alle organoleptisch und visuell unauffällig. Die Proben aus den Auffüllungen und aus dem humifizierten Lößlehm wiesen z.T. eine dunkelbraune oder auch schwarze Farbe auf, was auf erhöhte organische Anteile (z. B. TOC, PAK) hinweisen kann.

Zur orientierenden Untersuchung einer möglichen Kontamination des Bodens wurden insgesamt 2 Proben gemäß der *Technischen Regel Boden der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA M 20)* untersucht. Gemäß den Ergebnissen wurden folgende Bewertungen vorgenommen:

Probe	Tiefe unter OKG (m)	Zuordnungsrelevante Parameter	Zuordnungsklasse LAGA	AVV-Schlüssel*
MP Auffüllung	0,15 - 0,8	pH-Wert (10,2), Leitfähigkeit (292 μ S/cm) im Eluat	Z 1.2	17 05 04
MP Boden	0,3 - 2,0	-	Z 0	17 05 04

*vorläufige Einstufung

Die Mischprobe Boden aus dem Lößlehm entspricht der Zuordnungsklasse Z 0 und kann uneingeschränkt an anderer Stelle eingebaut werden, sofern die Schadstoffgehalte in den

Abfällen mit dem regional vorkommenden natürlichen Boden / Gestein vergleichbar sind. Beim Unterschreiten dieser Zuordnungswerte ist davon auszugehen, dass relevante Schutzgüter nicht beeinträchtigt werden.

Auf den Einbau von Material aus der Bodenbehandlung bzw. Altlastensanierung auf besonders sensiblen Flächen, wie z. B. Kinderspielplätze, Sportanlagen, Schulhöfe, Klein- und Hausgärten, ausgewiesenen Schutzgebieten, sollte aus Vorsorgegründen jedoch verzichtet werden.

Die Mischprobe Auffüllung weist erhöhte pH-Werte sowie eine erhöhte Leitfähigkeit auf und entspricht dem Zuordnungswert für Z 1.2, sodass das Bodenmaterial aus diesen Bereichen in technischen Bauwerken nur in der Einbauklasse 1: eingeschränkter offener Einbau (wasserdurchlässige Bauweise) in hydrogeologisch günstigen Gebieten verwertet werden kann.

Hydrogeologisch günstig sind u. a. Standorte, bei denen der Grundwasserleiter nach oben durch flächig verbreitete, ausreichend mächtige Deckschichten mit hohem Rückhaltevermögen gegenüber Schadstoffen überdeckt ist. Dieses Rückhaltevermögen ist in der Regel bei mindestens 2 m mächtigen Deckschichten aus Tonen, Schluffen oder Lehmen gegeben.

Bei einer Entsorgung können die Proben vorbehaltlich ggfs. ergänzender Untersuchungen z.B. nach DepV vorab dem Abfallschlüssel: 17 05 04 - Boden und Steine zugeordnet werden.

8 Homogenbereiche

Aus baugrundtechnischer Sicht werden auf der Grundlage der schichtbezogenen ermittelten Kennwerte, von Erfahrungswerten und Analogien hinsichtlich der bei der Ausführung zum Einsatz kommenden Gewerke und entsprechend den üblichen Geräteklassen nachfolgende Homogenbereiche (Anlage 13) vorgeschlagen.

Nach derzeitigem Planungsstand wird davon ausgegangen, dass bei der Baumaßnahme ein Aushub und ein Einbau (Erdarbeiten) nur bis in eine Tiefe von maximal ca. 1,5 m unter OKG (Erdsniveau) erfolgt.

Bei der Festlegung der Homogenbereiche wurde von großen und mittleren Geräten ausgegangen. Wenn kleine Geräte eingesetzt werden sollen, führt dies ggfs. zu einer anderen Einteilung. Die endgültige Festlegung der Homogenbereiche zu den benötigten Gewerken und der einsetzbaren Erdbaugeräten erfolgt in Abstimmung mit dem Planer.

Der Anteil des Bodens mit einer flüssigen oder breiigen (sehr weichen) Konsistenz ($I_c < 0,50$) (ehem. Bodenklasse 2) wird auf $< 3 \%$ geschätzt. Etwaige Mehraufwendungen beim Aushub von Böden mit einer flüssigen oder breiigen Konsistenz können über eine Zulageposition erfasst werden.



Umweltrelevante Inhaltsstoffe verursachen nur dann einen eigenen Homogenbereich, wenn diese Inhaltsstoffe eine Erschwernis (anderes Gerät, zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen) verursachen.

Die unterschiedlichen Verwertungsposition (Z0, Z1, Z2) können über Zulagepositionen der Verwertung bzw. Entsorgung unabhängig von der erdbautechnischen Leistung ausgeschrieben werden. Der Aushub ist schichtweise und entsprechend den chemischen Belastungsklassen im Bodengutachten vorzunehmen.

Arbeiten an gebundenen Schichten des alten Straßenoberbaus fallen nach aktueller Interpretation nicht unter den Regelungsbereich der DIN 18 300 „Erdarbeiten“ und können daher unabhängig von Homogenbereichen beschrieben werden.

Eventuelle verfestigte Zonen innerhalb der Auffüllung oder der gewachsenen Böden können über Zulagepositionen erfasst werden. Hierfür wird kein gesonderter Homogenbereich definiert.

Für Nachprüfungen sind die in den DIN-Normen (Tabelle Anlage 13) angegebenen Versuche durchzuführen.

Die ZTV E-StB 09 gilt mit Ausnahme der Abschnitte 3.1.1 und 3.1.2. Im Abschnitt 2.4 gilt der mit Randstrich gekennzeichnete Absatz nicht.



9 Schlussbemerkung

Das Baugrundbüro Dr.-Ing. Weissenburg führte auftragsgemäß eine Baugrunduntersuchung und –begutachtung für die geplante Erschließungsstraße Nr. 5 in Großheringen durch.

Die Aussagen des vorliegenden Gutachtens sind nur für die Planung und die Bauausführung der oben genannten Baumaßnahme zugelassen. Für andere Bauvorhaben besitzt das Gutachten keine Gültigkeit. Die Gültigkeit ist zudem nur auf den erkundeten Baugrundbereich beschränkt. Für Baumaßnahmen, die außerhalb der vorhandenen Baugrundaufschlüsse liegen, sind generell zusätzliche oder tiefere Aufschlüsse erforderlich.

Im Zuge der weiteren Planungen, bei Detailplanungen etc. können sich Ergänzungen zu diesem Gutachtenbericht oder weitere Stellungnahmen erforderlich machen.

Prinzipiell sind zwischen den punktförmigen Aufschlusspunkten im natürlichen Verlauf Abweichungen in Bezug auf Schichtmächtigkeit und -ausbildung nicht völlig auszuschließen. Sollten bei großflächigem Aufschluss während der Bauarbeiten wider Erwarten wesentlich andere Untergrundverhältnisse als die dem Gutachten zugrunde liegenden angetroffen werden, so ist unser Büro sofort zu verständigen, um die im Gutachten genannten Empfehlungen zu überprüfen und ggf. ergänzen zu können.

Alle Eingriffe in den jetzigen Bestand im Standortbereich sind hinsichtlich möglicher negativer Auswirkungen hinsichtlich Standsicherheiten, Verformungen und Wasserwegigkeiten zu prüfen.

Das Gutachten und die Anlagen gelten nur ihrer organischen Einheit. Die Weitergabe an Dritte sowie die Übernahme jedweder Haftung durch die Weitergabe bedarf generell der Zustimmung des Unterzeichners.

Sollten sich im Rahmen der weiteren Bearbeitung Änderungen gegenüber dem diesem Bericht zugrunde liegenden Bearbeitungsstand von Januar 2017 ergeben, die im vorliegenden Baugrundgutachten nicht berücksichtigt werden konnten, dann bitten wir zwecks Prüfung der Gültigkeit der Aussagen um Mitteilung.

Dr.-Ing. Weissenburg

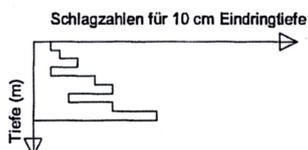
M. Sc. Heyder

Zeichenerklärung

Benennung der Bodenarten nach DIN 4023

	M _u	Mutterboden	(d), (b), (g), (a), (bu)		dunkel, braun, grau, blau, bunt
	A	Auffüllung	(r), (rö), (ü), (s), (w)		rot, rötlich, grün, schwarz, weiß
SD		Schwarzdecke	(h), (o), (oc), (e), (v)		hell, oliv, ocker, gelb, violett
B, Y		Bauschutt / Blöcke			Schichtwasser angebohrt / Ende
Be		Betonreste			Grundwasser angebohrt / bei Bohrende
Scho, Spl		Schotter / Splitt	k.W.		kein Grundwasser angebohrt Ruhewasserstand
Gi, Ash		Gips-/Aschereste	brg		breiig
Zi, Zi-b		Ziegelreste, Ziegelbruch	wch		weich
Schl, Ko		Schlacke, Kohle	stf		steif
T, t		Ton, tonig	hfst-fst		halbfest bis fest
U, u		Schluff, schluffig			naß
S, s		Sand, sandig	*+/-, ', ''		stark (30 - 40 %)/ schwach (< 15%) / vereinzelt, sehr schwach
G, g		Kies, kiesig			SPT-Versuch / N15-Werte
X, x		Steine, steinig			stark klüftig
f, m, g		fein, mittel, grob			klüftig
o, h		organisch, humos			locker
Tst, Tsch		Tonstein, Tonschiefer			Sonderprobe / Bohrkernprobe
Sst, Dst		Sandstein, Dolomitstein			Schicht-Nummer
Kst, Mst		Kalkstein, Mergelstein	k+ / k++		kalkhaltig bis stark kalkhaltig

RAMMSONDIERUNG NACH EN ISO 22476-2



	DPL 10	DPM 15	DPH 15
Spitzendurchmesser	3.57 cm	4.37 cm	4.37 cm
Spitzenquerschnitt	10.00 cm ²	15.00 cm ²	15.00 cm ²
Gestängedurchmesser	2.20 cm	3.20 cm	3.20 cm
Rammbürgewicht	10.00 kg	30.00 kg	50.00 kg
Fallhöhe	50.0 cm	50.00 cm	50.00 cm

BOHRLOCHRAMMSONDIERUNG NACH DIN 4094



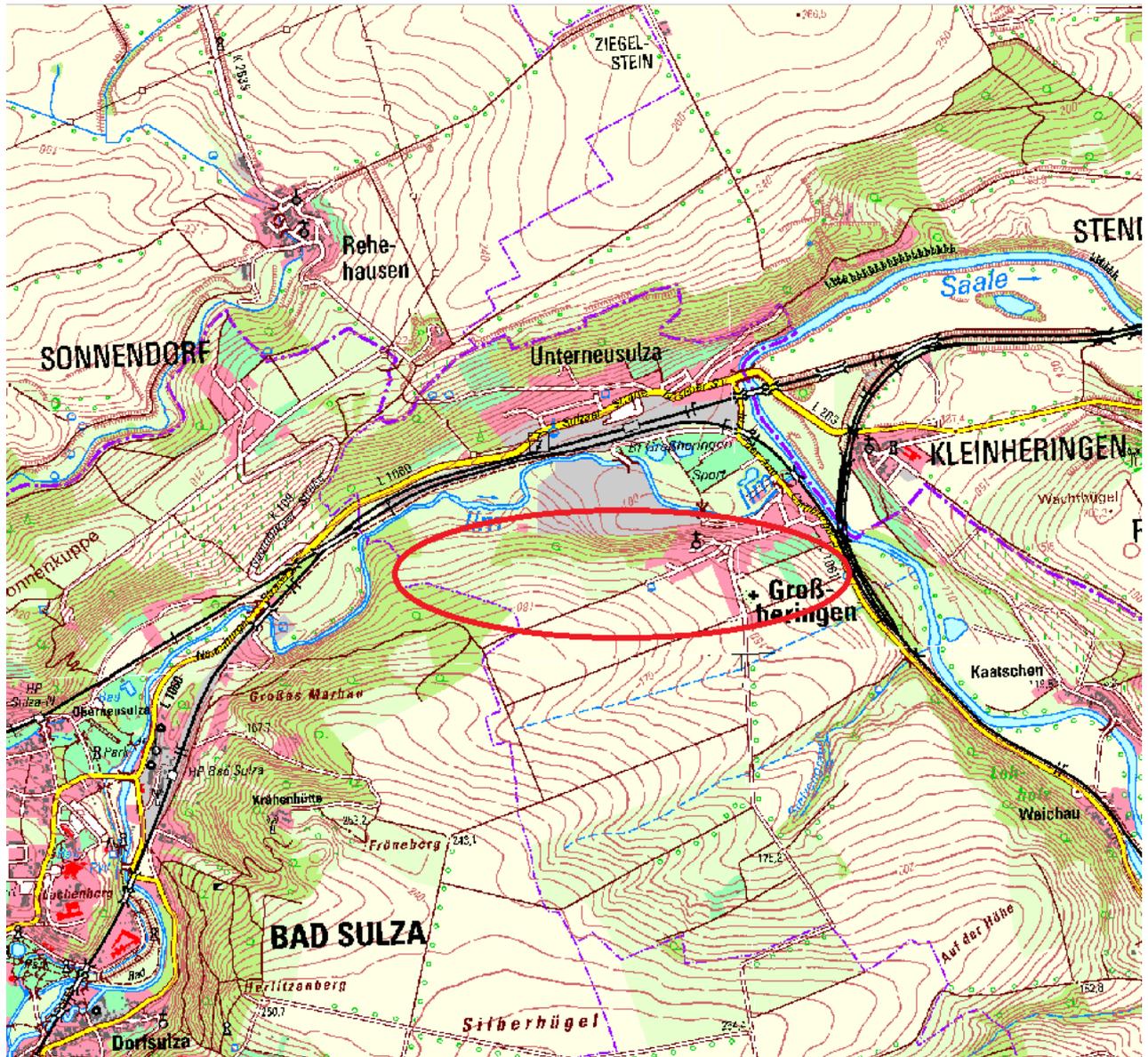
Gegenüberstellung Kurzformen nach DIN 4023 und Kurzzeichen nach DIN EN ISO 14688-1

In DIN 4023 werden Kurzformen verwendet, die sich von den Kurzzeichen nach DIN EN ISO 14688-1 unterscheiden. Beide sind in der Tabelle B.1 gegenübergestellt.

Die Kurzzeichen nach DIN EN ISO 14688-1 wurden nicht in DIN 4023 übernommen, da diese nicht für alle in DIN 4023 genannten Boden- und Felsarten existieren und darüber hinaus nach einem anderen Prinzip gebildet werden. Um eine verwirrende Vermischung zu vermeiden, werden die bisherigen Kurzformen nach DIN 4023 für die zeichnerische Darstellung beibehalten.

Tabelle B.1 — Gegenüberstellung Kurzformen nach DIN 4023 und Kurzzeichen nach DIN EN ISO 14688-1

	Kurzform nach DIN 4023	Kurzzeichen nach DIN EN ISO 14688-1
Blöcke	Y	Bo
Steine	X	Co
Kies	G	Gr
Grobkies	gG	CGr
Mittelkies	mG	MGr
Feinkies	fG	FGr
Sand		
Grobsand	gS	CSa
Mittelsand	mS	MSa
Feinsand	fS	FSa
Schluff	U	Si
Grobschluff	—	CSi
Mittelschluff	—	MSi
Feinschluff	—	FSi
Ton	T	Cl



○ - Standort



Blick nach Westen auf BS 1 und Anschluss
An VIEGA-Gelände



Blick von BS 4 nach Osten



Blick von Höhe BS 5 nach Osten



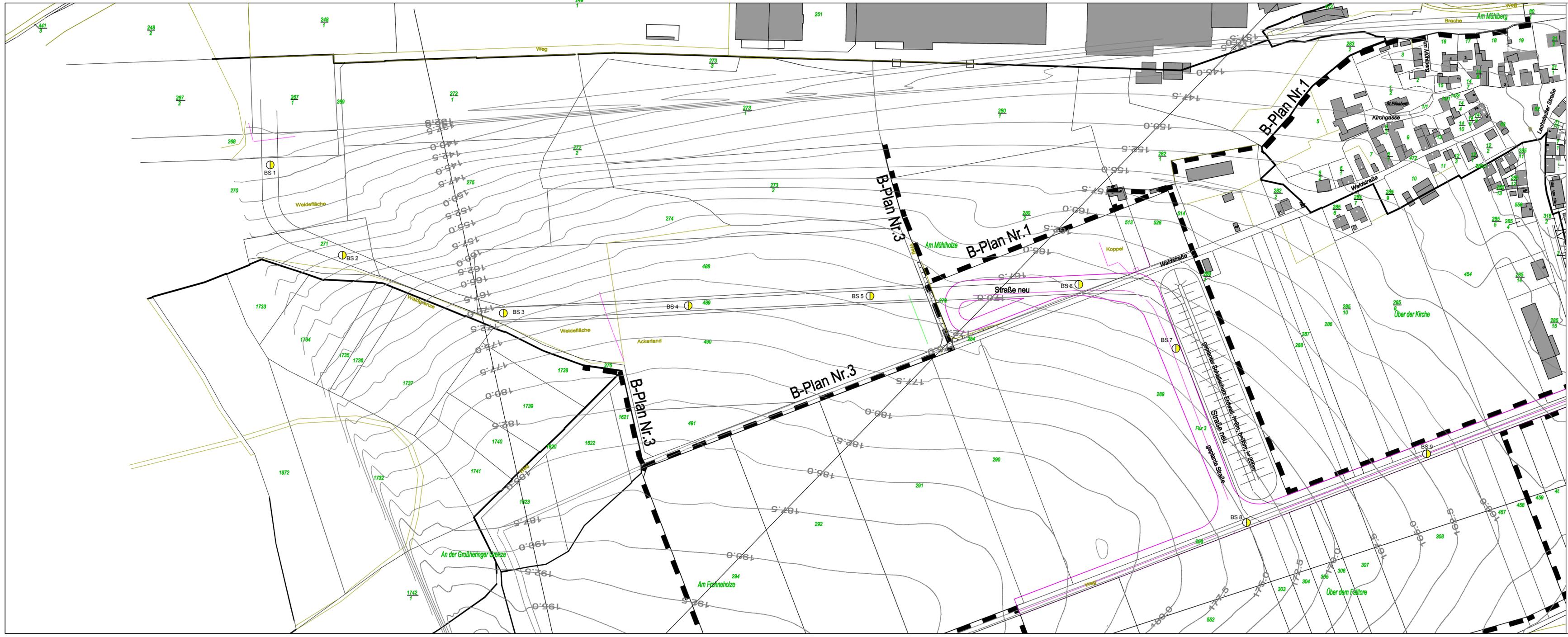
Blick von Höhe BS 9 nach Südwesten



Blick von BS 10 nach Nordosten



Blick von BS 14 nach Nordosten



Anmerkung:
 Kartengrundlage:
 Lageplan vom
 Büro Kaiser

- Legende:
- Aufschlüsse Bestandteil Gutachten
- Bohrung BK
 - Bohrkern BO
 - ⊙ Rammkernsondierung BS
 - ⊙ orientierende Bohrung KB
 - Schurf Sch
 - ⊕ Rammsondierung RS
 - ⊕ Drucksondierung DS
 - ⊕ Flügelsondierung FS
 - Grundwassermessstelle GMS
 - Benkelmann - Balken BB

- Aufschlüsse nur zur Information
- Bohrung BK
 - ⊙ Rammkernsondierung BS
 - ⊕ orientierende Bohrung KB

BW BAUGRUNDBÜRO DR.-ING. WEISSENBURG
 Ingenieurgesellschaft mbH
 Beratende Ingenieure Geotechnik/Umweltschutz

Speziesart 1 * 06618 Naumburg (Saale) * Telefon (03445) 2 61 02 80

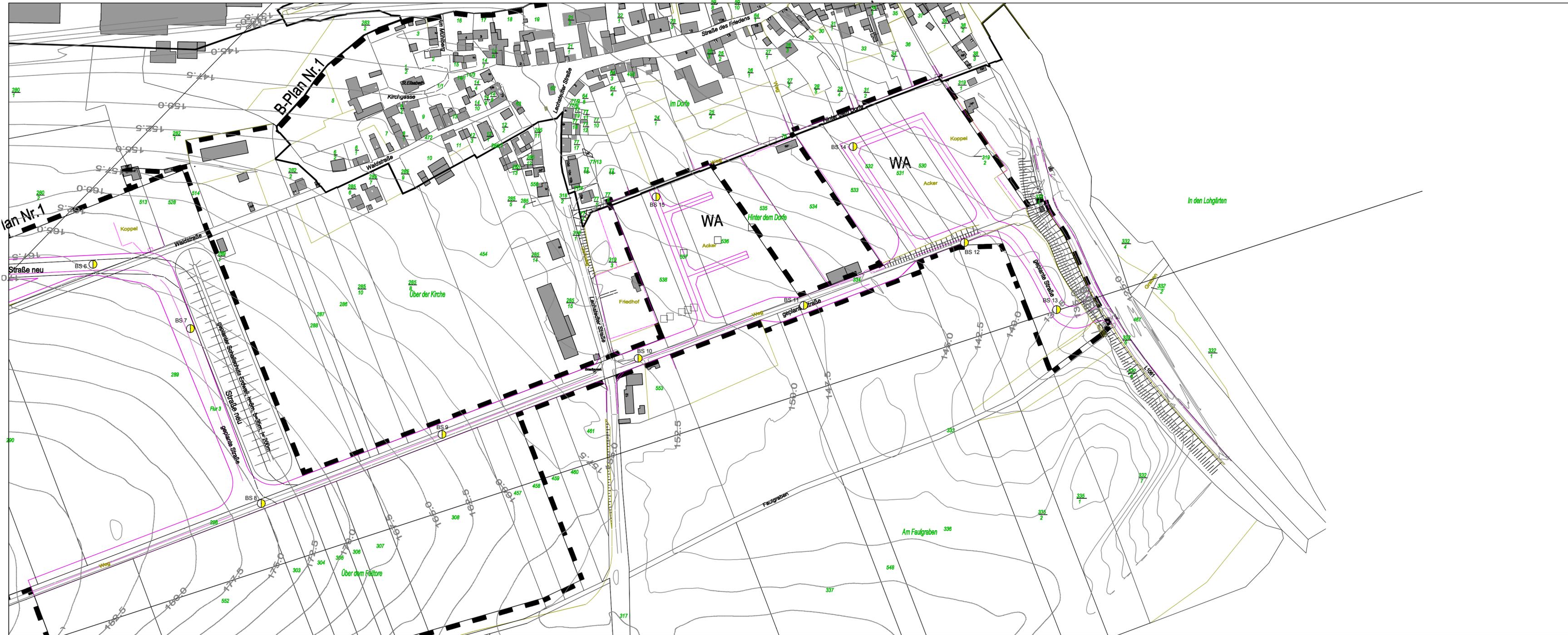
Aufschlussplan
BS 1 - 9

Großheringen, Bebauungsplan Nr. 5,
Erschließungsstraße

Längen-Maßstab	Höhen-Maßstab	gezeichnet	geprüft	Datum	Bearbeiter
1 : 2000		Heyder		03.01.2017	Dr. Weissenburg

Auftrags-Nr.
N 1356/16

Anlage 2
Blatt 1



Anmerkung:

Kartengrundlage:
Lageplan vom
Büro Kaiser

Legende:

Aufschlüsse Bestandteil Gutachten

- Bohrung BK
- Bohrkern BO
- ⊙ Rammkernsondierung BS
- orientierende Bohrung KB
- Schurf Sch
- ⊕ Rammsondierung RS
- ⊕ Drucksondierung DS
- ⊕ Flügelsondierung FS
- Grundwassermessstelle GMS
- Benkelmann - Balken BB

Aufschlüsse nur zur Information

- Bohrung BK
- ⊙ Rammkernsondierung BS
- ⊕ orientierende Bohrung KB

BAUGRUNDBÜRO DR.-ING. WEISENBURG
Ingenieurgesellschaft mbH
Beratende Ingenieure Geotechnik/Umweltschutz

Speziesart 1 * 06618 Naumburg (Saale) * Telefon (03445) 2 61 02 80

Aufschlussplan
BS 6 - 15 Auftrags-Nr.
N 1356/16

Großheringen, Bebauungsplan Nr. 5,
Erschließungsstraße Anlage 2
Blatt 2

Längen-Maßstab	Höhen-Maßstab	gezeichnet	geprüft	Datum	Bearbeiter
1 : 2000		Heyder		03.01.2017	Dr. Weisenburg



Baugrundbüro Dr.-Ing. Weißenburg Spechtsart 1 06618 Naumburg Tel.: 03445/2610280 Fax: 03445/2610285	Bauvorhaben: Großheringen, Bebauungsplan Nr. 5 Erschließungsstraße Planbezeichnung: Bohrprofile BS 1 - BS 7	Plan-Nr: Anlage 4.1
		Projekt-Nr: N1356/16
		Datum: 03.01.2017
		Maßstab: 1 : 100
		Bearbeiter: Heyder



Baugrundbüro Dr.-Ing. Weißenburg Spechtsart 1 06618 Naumburg Tel.: 03445/2610280 Fax: 03445/2610285	Bauvorhaben: Großheringen, Bebauungsplan Nr. 5 Erschließungsstraße Planbezeichnung: Bohrprofile BS 8 - BS 15	Plan-Nr: Anlage 4.2
		Projekt-Nr: N1356/16
		Datum: 03.01.2017
		Maßstab: 1 : 100
		Bearbeiter: Heyder

Copyright © 1994-2008 IDAT GmbH - \\Baugrundbüro\pc\users\publik\Zerschmungen\Großheringen\Stralenthal\Großheringen_L.bsp



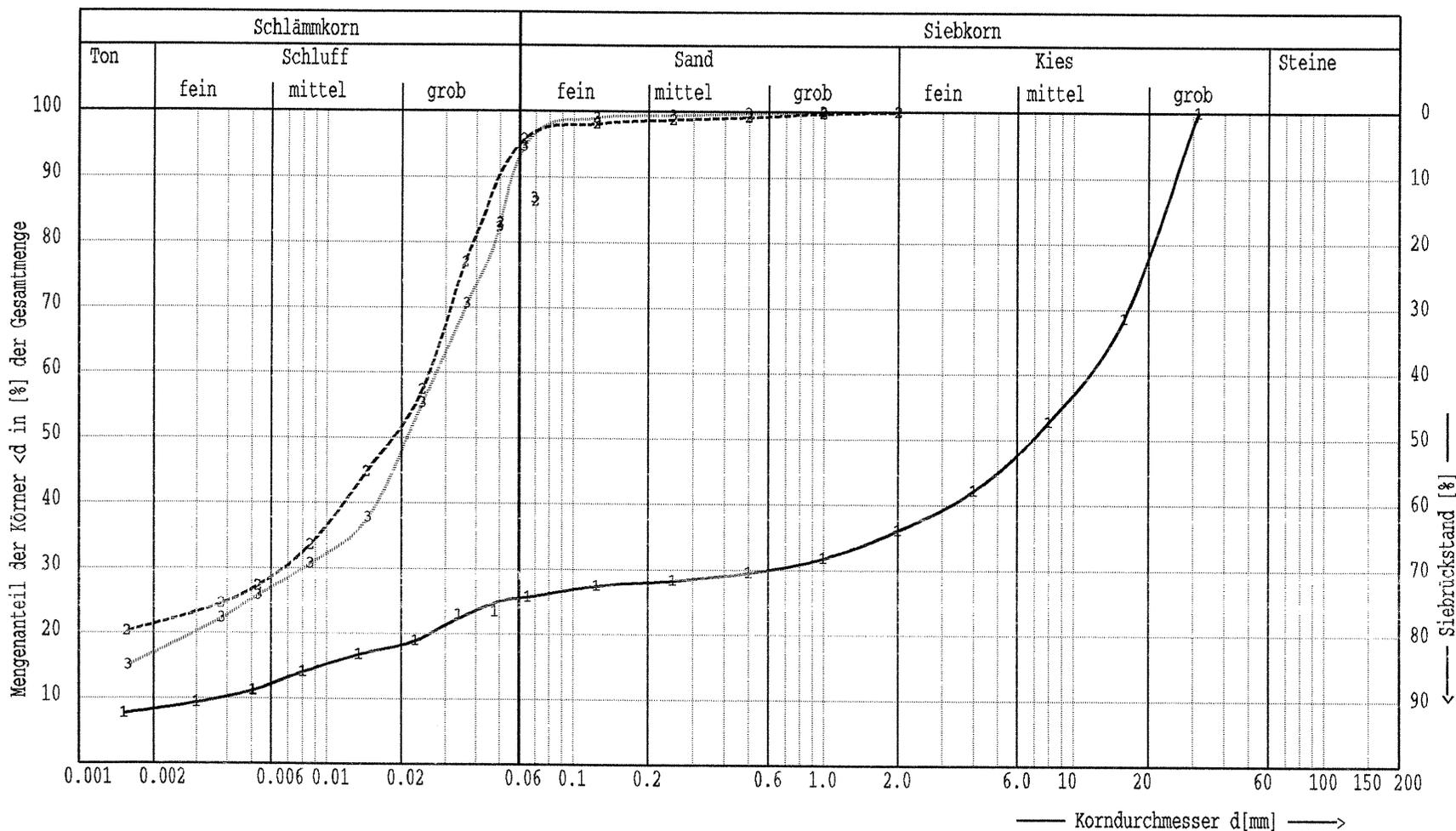
Dr.-Ing. Weissenburg
Baugrundbüro
Ingenieurgesellschaft mbH

**Korngrößenverteilung durch
Naßsiebung und Sedimentation
DIN 18 123**

Anlage : 5.1
Blatt : 1
Auftrag : 16/1356

Bauvorhaben

: N1356/16 Großheringen, Bebauungsplan 45, Erschließungsstraße



Sig-natur	Stelle	Entnahme		Bodenart		$u=d_{60}/d_{10}$	$c=d_{30}^2/d_{60} \cdot d_{10}$	Schicht Nr.
		Tiefe		DIN 4022	DIN 18 196			
1	BS 03	0,90-1,00 m		T,u,s,g*	GU*/GT*	$U=3127.32$ $d_{10}=0.004$ $d_{60}=11.694$	$c=8.39$ $c_f=8.39 \cdot E-08 \text{ m/s}$	3b
2	BS 07	0,40-1,10 m		T,u,s	TM			2
3	BS 10	0,70-2,00 m		T,u,s	TL-TM			2

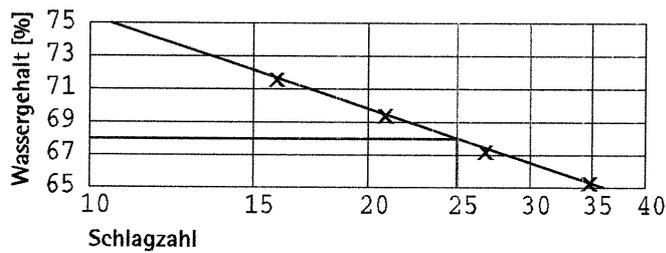


Bauvorhaben : N1356/16 Großheringen, Bebauungsplan 45, Erschließungsstraße
Entnahmestelle : BS 4
Entnahmetiefe : 0,50-1,50 m
Erdstoff (nach DIN 4022) : T,u,s,g
Datum/Bearb. : 09.01.17 / Serfl.

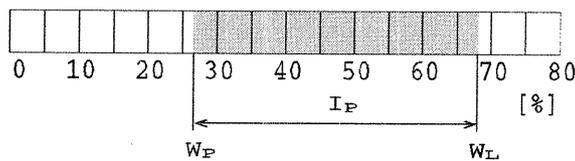
Behälter Nr.	Wassergehalt		Ausrollgrenze			Fließgrenze			
	5	7	1	2	5	7	9	10	11
$m + m_B$ [g]	117.80	117.55	80.77	82.85	85.15	86.87	91.85	79.21	100.93
$m_d + m_B$ [g]	111.58	110.19	79.63	81.64	83.98	82.08	86.68	73.58	93.35
m_B [g]	79.65	74.74	75.25	77.14	79.65	74.74	78.99	65.47	82.77
W	0.195	0.208	0.260	0.269	0.270	0.653	0.672	0.694	0.716
Schlagzahl						35	27	21	16

natürlicher Wassergehalt : $W = 0.202$ [-] $m_{\bar{u}} = 12.34$ [g]
 Fließgrenze : $W_L = 0.680$ [-] $m_d = 67.38$ [g]
 Ausrollgrenze : $W_P = 0.266$ [-] $\bar{U}_{(<=25\%)} = 0.183$ [-]
 Plastizitätszahl $I_P = W_L - W_P$: $I_P = 0.414$ [-] $W_{\bar{u}(>25\%)} = 0.000$ [-]
 Konsistenzzahl $I_C = \frac{W_L - W_{<0,4}}{I_P}$: $I_C = 1.046$ [-] $W_{<0,4} = 0.247$ [-]

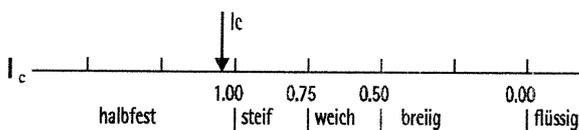
Diagramm zur Ermittlung w_L



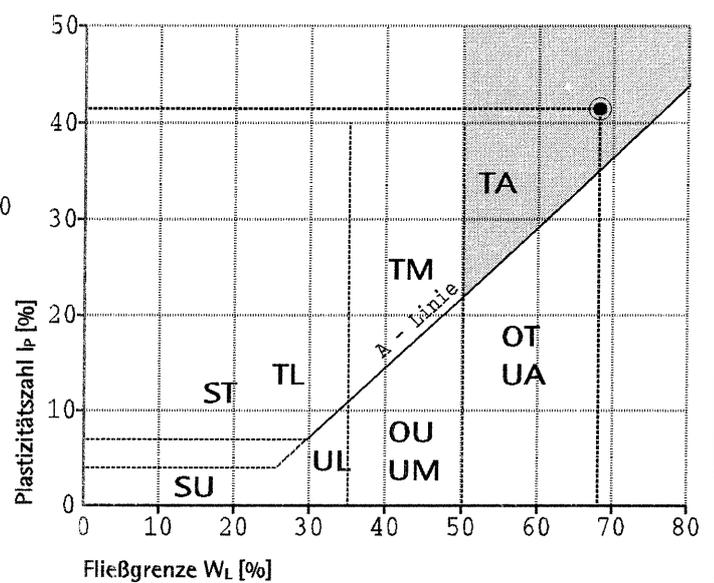
Konsistenzbalken



Konsistenz



Plastizitätsdiagramm (Bodengruppen nach DIN 18 196)



Bemerkungen:

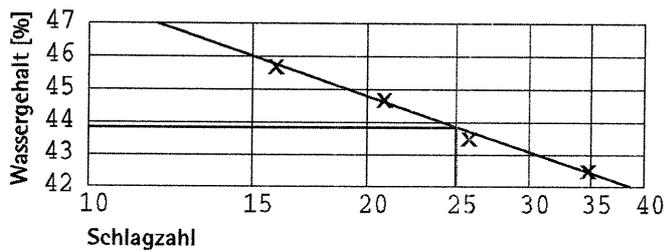


Bauvorhaben : N1356/16 Großheringen, Bebauungsplan 45, Erschließungsstraße
 Entnahmestelle : BS 05
 Entnahmetiefe : 0,40-1,00 m
 Erdstoff (nach DIN 4022) : T, u, s
 Datum/Bearb. : 20.12.16 / Serfl.

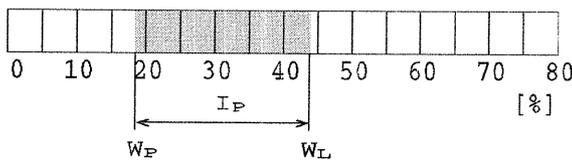
Behälter Nr.	Wassergehalt		Ausrollgrenze			Fließgrenze			
	1	2	1	2	5	7	9	10	11
$m + m_B$ [g]	100.48	100.54	80.99	82.96	85.67	92.18	94.52	80.45	102.90
$m_d + m_B$ [g]	96.26	96.78	80.09	82.08	84.70	86.98	89.81	75.82	96.59
m_B [g]	75.25	77.14	75.25	77.14	79.65	74.74	78.99	65.47	82.77
W	0.201	0.191	0.186	0.178	0.192	0.425	0.435	0.447	0.457
Schlagzahl						35	26	21	16

natürlicher Wassergehalt : $W = 0.196$ [-] $m_G = 0.00$ [g]
 Fließgrenze : $W_L = 0.438$ [-] $m_d = 0.00$ [g]
 Ausrollgrenze : $W_P = 0.185$ [-] $\ddot{U}_{(<=25*)} = 0.000$ [-]
 Plastizitätszahl $I_P = W_L - W_P$: $I_P = 0.253$ [-] $W_{\ddot{U}(>25*)} = 0.000$ [-]
 Konsistenzzahl $I_C = \frac{W_L - W_{<0,4}}{I_P}$: $I_C = 0.957$ [-] $W_{<0,4} = 0.196$ [-]

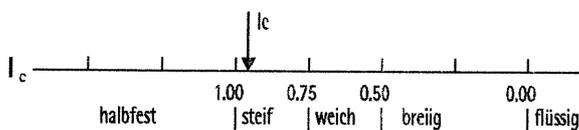
Diagramm zur Ermittlung w_L



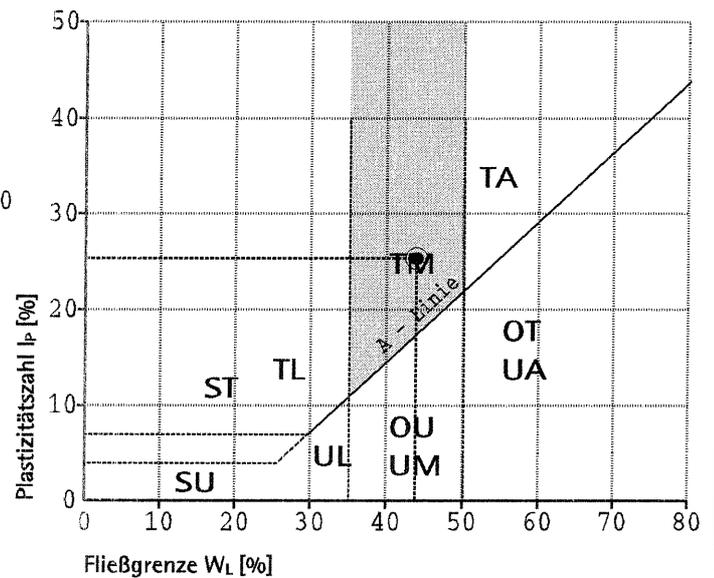
Konsistenzbalken



Konsistenz



Plastizitätsdiagramm (Bodengruppen nach DIN 18 196)



Bemerkungen:

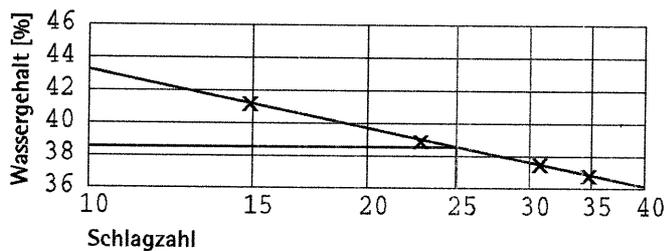


Bauvorhaben : N1356/16 Großheringen, Bebauungsplan 45, Erschließungsstraße
 Entnahmestelle : BS 14
 Entnahmetiefe : 0,50-1,00 m
 Erdstoff (nach DIN 4022) : T,u,s
 Datum/Bearb. : 20.12.16 / Serfl.

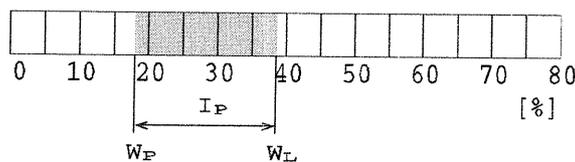
Behälter Nr.	Wassergehalt		Ausrollgrenze			Fließgrenze			
	11	12	14	16	17	105	106	107	108
$m + m_B$ [g]	111.67	120.17	83.67	86.49	85.98	97.73	94.38	101.11	92.47
$m_d + m_B$ [g]	106.83	113.92	82.59	85.46	85.00	92.77	89.75	96.40	87.88
m_B [g]	82.77	83.44	76.68	79.74	79.49	79.31	77.41	84.30	76.74
W	0.201	0.205	0.183	0.180	0.178	0.368	0.375	0.389	0.412
Schlagzahl						35	31	23	15

natürlicher Wassergehalt : $W = 0.203$ [-] $m_v = 0.00$ [g]
 Fließgrenze : $W_L = 0.385$ [-] $m_d = 0.00$ [g]
 Ausrollgrenze : $W_P = 0.180$ [-] $\ddot{U}_{(<=25\%)} = 0.000$ [-]
 Plastizitätszahl $I_P = W_L - W_P$: $I_P = 0.205$ [-] $W_{\ddot{U}(>25\%)} = 0.000$ [-]
 Konsistenzzahl $I_C = \frac{W_L - W_{<0,4}}{I_P}$: $I_C = 0.888$ [-] $W_{<0,4} = 0.203$ [-]

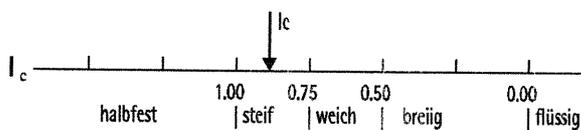
Diagramm zur Ermittlung w_L



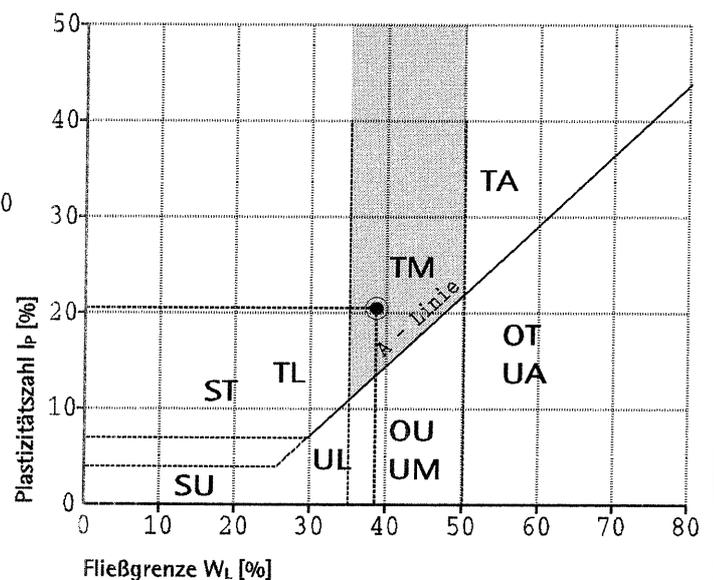
Konsistenzbalken



Konsistenz



Plastizitätsdiagramm (Bodengruppen nach DIN 18 196)



Bemerkungen:



Anlage 7

- Chemische Analytik

Anlage 7.1

- Grundwasser

Anlage 7.2

- Boden und Baustoffe

7.2.1

Ausbauasphalt

7.2.2

Straßenaufbruch

7.2.3

Bodenmaterial

7.2.4

Aufstehende Bausubstanz

Anlage 7.2.3
LAGA-Untersuchung
Boden

Eurofins Umwelt Ost GmbH - Löbstedter Strasse 78 - D-07749 - Jena

**Baugrundbüro Dr.-Ing. Weißenburg
Ingenieurgesellschaft mbH
Beratende Ingenieure Geotechnik / Umweltschutz
Spechsort 1
06618 Naumburg**

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 61632880
Prüfberichtsnummer: AR-16-JE-012748-01

Auftragsbezeichnung: Großheringen, Erschließungsstraße
Anzahl Proben: 2
Probenart: Boden
Probenehmer: Auftraggeber
Probeneingangsdatum: 09.12.2016
Prüfzeitraum: 09.12.2016 - 15.12.2016

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Proben nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag genommen wurden, wird die Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme abgelehnt. Dieser Prüfbericht ist nur mit Unterschrift gültig und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie jederzeit unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14081-01-00) aufgeführten Akkreditierungsumfang.

Astrid Sperrhacker
Prüfleiterin und QMB
Tel. +49 3641 4649 59

Digital signiert, 16.12.2016
Astrid Sperrhacker
QMB/Prüfleitung



Probenbezeichnung		MP Hinterfü- lung	MP Boden
Probennummer		616132532	616132533
BG	Einheit		

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	BG	Einheit		
-----------	------	------	---------	---------	---------------------	--------	-----	------	------	----	----	---------	--	--

Probenvorbereitung

Probenmenge inkl. Verpackung	FR		DIN 19747:2009-07									kg	0,6	0,4
Fremdstoffe (Art)	FR	JE02	DIN 19747:2009-07										nein	nein
Fremdstoffe (Menge)	FR	JE02	DIN 19747:2009-07									g	0,0	0,0
Siebrückstand > 10mm	FR	JE02	DIN 19747:2009-07										ja	nein

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz

Trockenmasse	FR	JE02	DIN EN 14346								0,1	Ma.-%	90,7	84,2
Aussehen	FR	JE02	DIN EN ISO 14688-1										Boden ohne mineralische Fremdbestandteile	Boden ohne mineralische Fremdbestandteile
Farbe	FR	JE02	DIN EN ISO 14688-1										braun	braun
Geruch	FR	JE02	DIN EN ISO 14688-1										leicht erdig	leicht erdig
pH in CaCl2	FR	JE02	DIN ISO 10390										7,9	7,7

Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657

Arsen (As)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2	10	15	20	15 ²⁾	45	45	150	0,8	mg/kg TS	8,7	9,3
Blei (Pb)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2	40	70	100	140	210	210	700	2	mg/kg TS	15	13
Cadmium (Cd)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2	0,4	1	1,5	1 ³⁾	3	3	10	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2
Chrom (Cr)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2	30	60	100	120	180	180	600	1	mg/kg TS	19	30
Kupfer (Cu)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2	20	40	60	80	120	120	400	1	mg/kg TS	16	16
Nickel (Ni)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2	15	50	70	100	150	150	500	1	mg/kg TS	23	30
Quecksilber (Hg)	FR	JE02	DIN EN ISO 12846	0,1	0,5	1	1	1,5	1,5	5	0,07	mg/kg TS	0,43	< 0,07
Zink (Zn)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2	60	150	200	300	450	450	1.500	1	mg/kg TS	66	56

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Probenbezeichnung		MP Hinterfü- lung	MP Boden
											Probennummer	BG	Einheit	616132532
Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz														
TOC	FR	JE02	DIN EN 13137	0,5 ⁴⁾	0,5 ⁴⁾	0,5 ⁴⁾	0,5 ⁴⁾	1,5	1,5	5	0,1	Ma.-% TS	0,7	0,2
EOX	FR	JE02	DIN 38414-S17	1	1	1	1 ⁵⁾	3 ⁵⁾	3 ⁵⁾	10	1,0	mg/kg TS	< 1,0	< 1,0
Kohlenwasserstoffe C10-C22	FR	JE02	DIN EN 14039	100	100	100	200	300	300	1.000	40	mg/kg TS	< 40	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	FR	JE02	DIN EN 14039				400	600	600	2.000	40	mg/kg TS	47	< 40
PAK aus der Originalsubstanz														
Naphthalin	FR	JE02	DIN ISO 18287								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Acenaphthylen	FR	JE02	DIN ISO 18287								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Acenaphthen	FR	JE02	DIN ISO 18287								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Fluoren	FR	JE02	DIN ISO 18287								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Phenanthren	FR	JE02	DIN ISO 18287								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Anthracen	FR	JE02	DIN ISO 18287								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Fluoranthen	FR	JE02	DIN ISO 18287								0,05	mg/kg TS	0,10	< 0,05
Pyren	FR	JE02	DIN ISO 18287								0,05	mg/kg TS	0,09	< 0,05
Benzo[a]anthracen	FR	JE02	DIN ISO 18287								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Chrysen	FR	JE02	DIN ISO 18287								0,05	mg/kg TS	0,06	< 0,05
Benzo[b]fluoranthen	FR	JE02	DIN ISO 18287								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Benzo[k]fluoranthen	FR	JE02	DIN ISO 18287								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Benzo[a]pyren	FR	JE02	DIN ISO 18287	0,3	0,3	0,3	0,6	0,9	0,9	3	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Indeno[1,2,3-cd]pyren	FR	JE02	DIN ISO 18287								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Dibenzo[a,h]anthracen	FR	JE02	DIN ISO 18287								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Benzo[ghi]perylen	FR	JE02	DIN ISO 18287								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Summe 16 EPA-PAK exkl.BG	FR	JE02	DIN ISO 18287	3	3	3	3	3 ⁶⁾	3 ⁶⁾	30		mg/kg TS	0,25	(n. b.) ¹⁾
Summe 15 PAK ohne Naphthalin	FR	JE02	DIN ISO 18287									mg/kg TS	0,25	(n. b.) ¹⁾

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Probenbezeichnung		MP	MP Boden
											BG	Einheit	Hinterfüllung	616132533
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4														
pH-Wert	FR	JE02	DIN 38404-C5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12			8,4	7,9
Leitfähigkeit bei 25°C	FR	JE02	DIN EN 27888	250	250	250	250	250	1.500	2.000	5	µS/cm	131	81
Anionen aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4														
Chlorid (Cl)	FR	JE02	DIN EN ISO 10304-1	30	30	30	30	30	50	100 ⁷⁾	1,0	mg/l	3,5	1,2
Sulfat	FR	JE02	DIN EN ISO 10304-1	20	20	20	20	20	50	200	1,0	mg/l	8,8	2,0
Elemente aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4														
Arsen (As)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2	14	14	14	14	14	20	60 ⁸⁾	1	µg/l	5	< 1
Blei (Pb)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2	40	40	40	40	40	80	200	1	µg/l	2	< 1
Cadmium (Cd)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	3	6	0,3	µg/l	< 0,3	< 0,3
Chrom (Cr)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	25	60	1	µg/l	2	< 1
Kupfer (Cu)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2	20	20	20	20	20	60	100	5	µg/l	6	< 5
Nickel (Ni)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2	15	15	15	15	15	20	70	1	µg/l	2	< 1
Quecksilber (Hg)	FR	JE02	DIN EN ISO 12846	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1	2	0,2	µg/l	< 0,2	< 0,2
Zink (Zn)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2	150	150	150	150	150	200	600	10	µg/l	< 10	< 10

Erläuterungen

BG: Bestimmungsgrenze

Lab.: Kürzel des durchführenden Labors

Akkr.: Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Kommentare zu Ergebnissen

¹⁾ nicht berechenbar

Die mit FR gekennzeichneten Parameter wurden von Eurofins Umwelt Ost GmbH (Bobritzsch-Hilbersdorf) analysiert. Die mit JE02 gekennzeichneten Parameter sind nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14081-01-00 akkreditiert.

Erläuterungen zu Vergleichswerten

Untersuchung nach LAGA TR Boden (2004) Tabelle II.1.2-2/-4 + -3/ -5.

Zuordnungswerte für Grenzwerte Z0*: Maximale Feststoffgehalte für die Verfüllung von Abgrabungen unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen (siehe "Ausnahmen von der Regel" für die Verfüllung von Abgrabungen in Nr. II.1.2.3.2).

- 2) Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 20 mg/kg.
- 3) Der Wert 1 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,5 mg/kg.
- 4) Bei einem C:N-Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-%.
- 5) Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen.
- 6) Bodenmaterial mit Zuordnungswerten > 3 mg/kg und ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden.
- 7) Bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 300 mg/l.
- 8) Bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 120 µg/l.

Im Prüfbericht aufgeführte Grenz- bzw. Richtwerte sind ausschließlich eine Serviceleistung der EUROFINS UMWELT, eine rechtsverbindliche Zuordnung der Prüfberichtsergebnisse im Sinne der zitierten Regularien wird ausdrücklich ausgeschlossen. Diese liegt allein im Verantwortungsbereich des Auftraggebers. Die zitierten Grenz- und Richtwerte sind teilweise vereinfacht dargestellt und berücksichtigen nicht alle Kommentare, Nebenbestimmungen und/oder Ausnahmeregelungen des entsprechenden Regelwerkes.

Bewertung

Hinweis: Die Bewertung bezieht sich ausschließlich auf die in AR-16-JE-012748-01 aufgeführten Parameter. Die Erläuterung zu den Zuordnungs-, Grenz-, technischen Maßnahme-, Parameter-, gesundheitlichen Orientierungs- und Richtwerten fanden bei der Bewertung keine Berücksichtigung. Alle in AR-16-JE-012748-01 enthaltenen Proben, welche nachfolgend nicht explizit aufgeführt werden, weisen keine Verletzung des niedrigsten Zuordnungswertes, bzw. keine Verletzung eines Grenz- oder Richtwertes der Liste LAGA TR Boden (2004) Tabelle II.1.2-2/-4 + -3/ -5 auf. Nachfolgend aufgeführte Proben weisen die dargestellten Verletzungen der Liste LAGA TR Boden (2004) Tabelle II.1.2-2/-4 + -3/ -5 auf. Eine Rechtsverbindlichkeit der Bewertung wird ausdrücklich ausgeschlossen.

X: Überschreitung festgestellt

Probenbeschreibung: MP Hinterfüllung

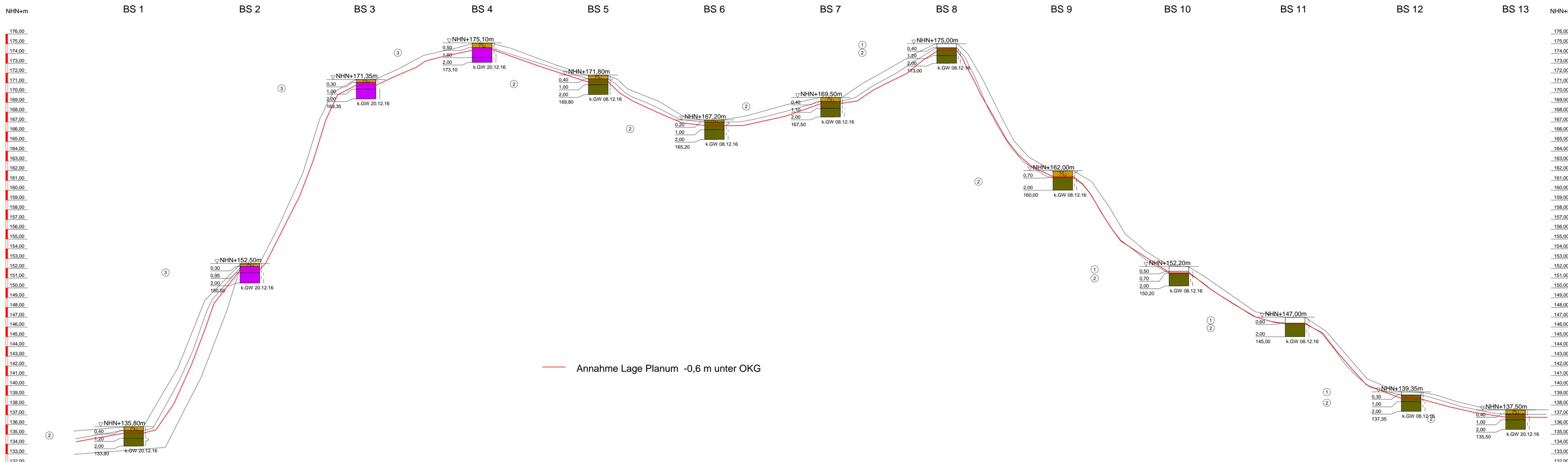
Probennummer: 616132532

Test	Parameter	Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2
Nickel [Königswasser-Aufschluss] mg/kg TS	Nickel (Ni)	X						
Zink [Königswasser-Aufschluss] mg/kg TS	Zink (Zn)	X						
Quecksilber [Königswasser-Aufschluss] [AAS] mg/kg TS	Quecksilber (Hg)	X						
TOC (gesamter organischer Kohlenstoff) Ma.-% TS	TOC	X	X	X	X			

Probenbeschreibung: MP Boden

Probennummer: 616132533

Test	Parameter	Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2
Nickel [Königswasser-Aufschluss] mg/kg TS	Nickel (Ni)	X						



— Annahme Lage Planum -0,6 m unter OKG

Lage Planum:	Lößlehm	Hanglehm	Hangschutt	Hanglehm	Lößlehm	Lößlehm	Lößlehm
Bodengruppe/-klasse:	TL-TM / 4	TM-TA/GT* / 4	GU*/GT* / 4	TM-TA/GT* / 4	TL-TM / 4	TL-TM / 4	Lößlehm
Frostempfindlichkeit:	F 3	F 3	F 3	F 3	F 3	F 3	F 3
erf. Tragfähigkeit/Verdichtung:	EV2 >= 45 MN/m ² / DPr >= 97%						
Maßnahmen:	Bodenaustausch	ggfs. Nachverdichtung		Bodenaustausch	Bodenaustausch		

Baugrundbüro Dr.-Ing. Weißenburg Spechtsart 1 06618 Naumburg Tel.: 03445/2610280 Fax: 03445/2610285	Bauvorhaben: Großheringen, Bebauungsplan Nr. 5 Erschließungsstraße Planbezeichnung: Idealisierter Baugrundschnitt	Plan-Nr: Anlage 8
		Projekt-Nr: N1356/16
		Datum: 10.01.2017
		Maßstab: 1 : 200
		Bearbeiter: Heyder



Homogenbereiche

Tabelle der Eigenschaften und Kennwerte der Homogenbereiche (Lockergestein)

Parameter:	Sy.	Einheit	Schicht 0	Schicht 1	Schicht 1	Schicht 2	Schicht 3
ortsübliche Bezeichnung			Oberboden	Auffüllung Sand/Kies	Auffüllung Ton/Schluff	Lößlehm	Hanglehm/Verwitterungslehm/Hangschutt
Masseanteile nach DIN 18123							
Masseanteile Ton	Cl	[%]		0 - 30	5 - 40	5 - 40	5 - 80
Masseanteil Schluff	Si	[%]		0 - 40	5 - 90	5 - 90	5 - 60
Masseanteil Sand	Sa	[%]		10 - 100	25 - 70	0 - 70	0 - 70
Masseanteil Kies	Gr	[%]		0 - 90	0 - 35	0 - 30	0 - 90
Masseanteile n. DIN EN ISO 14688							
Massenanteil Steine	Co	[%]	0 - 10	0 - 30	0 - 30	0 - 5	0 - 30
Massenanteil Blöcke	Bo	[%]	0 - 5	0 - 10	0 - 10	0 - 3	0 - 10
Massenanteil große Blöcke	Lbo	[%]	0 - 5	0 - 10	0 - 10	0 - 3	0 - 10
Mineralog. Zusammensetzung Co, Bo, Lbo		-	Q, F, S, M, T, K, A	Q, F, S, M, T, K, A	Q, F, S, M, T, K, A	Q, F, S, M, T, K, A	Q, F, S, M, T, K, A
Dichte nach DIN 18125-2	ρ	g/cm ³		1,7 - 2,2	1,7 - 2,2	1,6 - 2,1	1,6 - 2,2
Kohäsion nach DIN 18137	c'	kN/m ²		-	0 - 10	2 - 30	3 - 40
undrained Scherfestigkeit nach DIN 18137	c _u	kN/m ²		-	5 - 200	15 - 250	25 - 400

Sensitivität nach DIN 4094-4	S _{tv}	[-]		-	1 - 10	1 - 15	1 - 15
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	w _n	[%]		3 - 15	5 - 30	8 - 30	3 - 35
Plastizitätszahl nach DIN 18122-1	I _p	[%]		-	2 - 30	2 - 35	5 - 60
Konsistenzzahl nach DIN EN ISO 14688-1	I _c	[-]		-	0,00 - 1,50	0,20 - 1,5	0,25 - 1,7
Durchlässigkeit nach DIN 18130	k _f	[m/s]		5·10 ⁻³ - 1·10 ⁻⁶	1·10 ⁻⁵ - 1·10 ⁻¹¹	1·10 ⁻⁵ - 1·10 ⁻¹¹	1·10 ⁻³ - 1·10 ⁻¹¹
Lagerungsdichte nach DIN 18126	I _D	[-]		15 – 100	-	-	0,15 - 1,0
Kalkgehalt nach DIN 18129	V _{ca}	[%]		0 - 15	0 - 15	0 - 20	0 - 90
Sulfatgehalt nach DIN EN 1997	c _{SO4}	mg/kg		0 - 250	0 - 250	0 - 250	0 - 250
organischer An- teil n. DIN 18128	V _{gl}	[%]	0 - 10	0 - 5	0 - 15	0 - 15	0 - 10
Benennung or- ganischer Böd. DIN EN ISO 14688			Oberboden	-	-		
Abrasivität nach NF P18-579	A _{BR}	[-]		abrasiv bis stark abrasiv	schwach abrasiv bis abrasiv	schwach abrasiv bis abrasiv	schwach abrasiv bis sehr stark abrasiv
Bodengruppe DIN 18196			OH, OU, TL, SU*/ST*	GW, GI, GE, SW, SI, OH GU/GT, SU/ST SU*/ST*, GU*/GT*,	TL, TM, TA, OU	TL, TM, UL, SU*/ST*	TL, TM, TA, ST*/SU*, GU*/GT*, GU/GT
Bodengruppe DIN 18915			2, 4, 6, 8				

Q- Quarz F- Feldspat, S-Silikat, M-Maphite, T-Tonminerale, K-Karbonate, A-Amorphite, Su-Sulfite

Tabelle der Homogenbereiche nach VOB/C 2012 Ergänzungsband 2015 (Homogeneinteilung in unterschiedliche Gewerken)

Schicht-Nr.	Baugrundschrift	DIN 18320 Landschaftsbauarbeiten	DIN 18300 Erdarbeiten Lösen	DIN 18300 Erdarbeiten Einbauen	DIN 18301 Bohrarbeiten	DIN 18304 Ramm-, Rüttel- und Pressarbeit.	DIN 18319 Rohrvortiebsarbeiten	DIN 18324 Spülbohrarbeiten
0	Oberboden		wird im Vorfeld abgeschoben					
1	Auffüllungen Sand/Kies		Lös 1	Ein 1	Bohr 1	Ramm 1		
1	Auffüllung Ton/Schluff			Ein 2		Ramm 2		
2	Lößlehm							
3	Hanglehm/ Verwitterungslehm/ Hangschutt			Ein 3		Ramm 1		