Klipfel & Lenhardt Consult GmbH

Bahlinger Weg 27
79346 Endingen
☎ 07642-9229-70
07642-9229-89
klc@klc-endingen.de
www.klc-endingen.de

badenovaKONZEPT GmbH & Co.KG
Tullastraße 61
79108 Freiburg i.Br.

Erschließung Baugebiet „Speicher“, 79353 Bahlingen

- Geotechnischer Bericht

Projekt 16/181-1

Endingen, den 08. Dezember 2016

16/181-1

badenovaKONZEPT GmbH & Co.KG
Tullastraße 61
79108 Freiburg i.Br.

Erschließung Baugebiet „Speicher“,
79353 Bahlingen
- Geotechnischer Bericht

INHALT

Seite

1.0 Veranlassung und Zielsetzung 3

2.0 Planungs- und Arbeitsgrundlagen 3

3.0 Allgemeine Angaben zum Standort 3
3.1 Standortbeschreibung 3
3.2 Geologische und hydrogeologische Situation 4

4.0 Durchgeführte Untersuchungen 5

5.0 Untersuchungsergebnisse 5
5.1 Schichtaufbau 5
5.2 Bodenklassifikation nach DIN 18196 und Lagerungsdichte 6
5.3 Bodenmechanische Kennwerte 7
5.4 Durchlässigkeit des Untergrundes 7
5.5 Umwelttechnische Untersuchung 8
5.6 Homogenbereiche, Aushub und Wiedereinbau 9

6.0 Allgemeine Bebaubarkeit 100
6.1 Lastabtragung 100
6.2 Abdichtung und Drainage 111
6.3 Erdbebengefährdung 122

7.0 Kanalbau und Baugruben 122

8.0 Straßenbau 144

9.0 Hinweise 16

16/181-1

badenovaKONZEPT GmbH & Co.KG
Tullastraße 61
79108 Freiburg i.Br.

Erschließung Baugebiet „Speicher“,
79353 Bahlingen
- Geotechnischer Bericht

ANHANG

Anlage 1: Übersichtslageplan

Anlage 2: Detailplan mit Lage der Baugrundaufschlüsse

Anlage 3: Bohrprofile

Anlage 4: Geotechnisches Profil

Anlage 5: Bodenmechanische Laborversuche

Anlage 6: Chemische Laborversuche

Anlage 7: Prüf- und Richtwerte VwV Boden

Anlage 8: Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke

1.0 Veranlassung und Zielsetzung

Die badenovaKONZEPT GmbH & Co.KG plant die Erschließung des Baugebiets „Speicher“ in Bahlingen. Die KLC GmbH wurde in diesem Zusammenhang mit der Erkundung der Untergrundverhältnisse beauftragt. Ziel der Untersuchungen ist es, die Baugrund- und Grundwasserverhältnisse zu erkunden und daraus Hinweise zur allgemeinen Bebaubarkeit, zum Kanalbau, zum Straßen- und Hochbau sowie zur Niederschlagsversickerung zu geben.

Das Gutachterbüro *KLC GmbH* wurde mit Auftragsschreiben vom 29.08.2016 von der badenovaKONZEPT GmbH & Co.KG mit der Durchführung der notwendigen Maßnahmen beauftragt. Grundlage der Beauftragung ist das Angebot der *KLC GmbH* vom 12.08.2016.

2.0 Planungs- und Arbeitsgrundlagen

[1] Topographische Karte 1:25 000, Blatt 7813 Kenzingen

[2] Hydrogeologische Karte 1:50 000, „Freiburger Bucht“

[3] Geologische Karte 1: 25 000, Blatt 7813 Kenzingen

[4] Geologische Karte 1:25 000, Blatt „Kaiserstuhl“

[5] Regierungspräsidium Freiburg, Materialien Gewässer Band 6, Freiburger Bucht, Stand: 05/2005

[6] Zink Ingenieure Lauf, Gemeinde Bahlingen, Bebauungsplan „Speicher“, zeichnerischer Teil vom 22.07.16

3.0 Allgemeine Angaben zum Standort

3.1 Standortbeschreibung

Das Bebauungsplangebiet befindet sich am südwestlichen Ortsrand der Gemeinde Bahlingen am Kaiserstuhl (siehe Anlage 1). Das geplante Baugebiet befindet sich auf zwei nordexponierten Terrassen, welche im Norden, Westen und Osten auf dem tieferliegenden Gelände bereits von Bebauung umgeben sind.

Die Erschließung des Gebiets ist, vom dem am Ostrand des Plangebiets verlaufenden Kirschweg aus, geplant. Von hier soll eine Ost-West verlaufende Stichstraße mit Wendehammer errichtet werden, welche das Baugebiet zentral erschließt.

Das Plangebiet umfasst eine Fläche von ca. 1,1 Hektar. Es entstehen ca. 18 neue Bauplätze. Das Baufenster hält vom Terrassenrand einen Abstand von ca. 5 m ein.

Die Geländeoberfläche steigt von Norden nach Süden kontinuierlich an und wird im südlichen Teil durch eine ca. 2 m hohe Böschung in zwei Terrassen gegliedert. Für das gesamte Plangebiet können Höhen von ca. 221 m über NN bis ca. 226 m über NN angenommen werden.

Detaillierte Angaben zur Art der Bausausführung von Gebäuden (z.B. Unterkellerung), zu Grabensohlen der Kanäle oder zur Höhenlage der Erschließungsstraßen liegen derzeit noch nicht vor.

3.2 Geologische und hydrogeologische Situation

Die Gemeinde Bahlingen erstreckt sich vom Ostrand des Kaiserstuhlvulkans in die Ebene der Freiburger Bucht, welche im Osten durch den Schwarzwald und seine Vorberge begrenzt wird. Der Untergrundaufbau ist geprägt vom Übergang der lößbedeckten vulkanischen Festgesteine des Kaiserstuhl-Ostrandes zu den quartären Lockersedimenten der Rheingrabenverfüllung.

Das Projektgebiet befindet sich im Südosten Bahlingens, in einer Südwest-Nordost verlaufenden Eintalung des Kaiserstuhlgebirges. Die vulkanischen Gesteine wurden hier während der Eiszeiten von mächtigen Lössablagerungen überdeckt. Diese erreichen im Raum Bahlingen teilweise Mächtigkeiten von mehr als 30 m. Bei Löss handelt es sich um ein hellbraunes, gut sortiertes, leicht verfestigtes Sediment. Etwa 90% der Körner liegen im Bereich von 0,002 bis 0,2 mm. Durch Verwitterung ist der Löss teilweise verlehmt (Lösslehm).

In den Tallagen kam es zur Ablagerung von Abschwemmmassen, welche überwiegend aus umgelagertem Lössmaterial bestehen.

Zusammenhängende Grund- oder Schichtwasserkörper sind innerhalb der Lössabfolgen meist nicht vorhanden. Oberhalb tonigerer oder innerhalb stärker sandiger Schichtglieder kann es zur Ausbildung von Schicht- und Stauwasserkörpern kommen. Diese entwässern meist dem Relief folgend in die Eintalungen und von dort in östliche Richtung in die Freiburger Bucht.

4.0 Durchgeführte Untersuchungen

Am 21.11.2016 wurden im Plangebiet 4 Kleinbohrungen (BS1 bis BS4) bis in Tiefen von maximal 7 m unter GOK (Geländeoberkante) ausgeführt. Die Bohrprofile wurden vor Ort von einem erfahrenen Geologen in Anlehnung an DIN 4022 aufgenommen. Aus geotechnisch relevanten Einheiten wurden Bodenproben für bodenmechanische Versuche entnommen.

Die Lage der Baugrundaufschlüsse ist der Anlage 2 zu entnehmen.

Zur geotechnischen Charakterisierung und Bestimmung bodenmechanischer Kennwerte wurden aus dem Kernmaterial der Bohrungen in Abhängigkeit vom Profilaufbau insgesamt 4 gestörte Bodenproben der Güteklasse 3 (nach DIN EN 1997-2) über relevante Schichtbereiche entnommen. An zwei Proben wurde die Kornverteilung nach DIN 18123 bestimmt. An einer Probe wurden zusätzlich die Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN 18 122 ermittelt.

Die Entnahme, Behandlung, Transport und Lagerung des Probenmaterials erfolgte in Übereinstimmung mit der DIN EN 22475-1.

Die Bohrungen wurden in Schichtenverzeichnissen nach EN ISO 14688-1 dokumentiert, die Darstellung der Profile nach DIN 4023 ist in der Anlage 3 enthalten.

Weiterhin wurden sämtliche Daten aus dem Umfeld des Bauvorhabens zur Beurteilung herangezogen.

5.0 Untersuchungsergebnisse

5.1 Schichtaufbau

Die durchgeführten Untersuchungen zeigen mit Ausnahme von Bohrung BS2, den für das Untersuchungsgebiet typischen Untergrundaufbau:

<u>Oberboden</u>

Die Schurfprofile im Baufeld beginnen mit einer 0,3 – 0,5 m mächtigen, bindigen, durchwurzelten, humosen Ackerboden- bzw. Oberbodenschicht.

Auffüllungen

In Bohrung BS2 folgt unter dem Oberboden eine ca. 0,5 m mächtige Auffüllung aus sehr schwach kiesigem, sandig-tonigem Material. Die Auffüllung weist eine braune Farbe auf und besitzt steife bis halbfeste Konsistenz. In den übrigen Bohrungen wurde keine Auffüllung angetroffen.

Löss

Den Abschluss in allen Profilen bilden hellbraune, feinsandige, tonige Schluffe. Diese Einheit ist als Löss einzuordnen. Teilweise kommen Lösskindl und Schneckenschalen in den Schluffen vor. Die Konsistenzen des Materials sind überwiegend steif bis halbfest. Mit zunehmender Tiefe tritt eine höhere Durchfeuchtung des Materials ein. Ab ca. 4 m unter Geländeoberkante findet ein Wechsel von feucht zu sehr feucht und ab ca. 5 m zu nass statt. Die Lösse besitzen noch eine hohe Festigkeit im vor Ort-Versuch, weisen aber ausgesprochen thixotropes Verhalten auf.

Grund- oder Schichtwasser wurde in keinem Aufschluss nachgewiesen. Auch bei nassem Material sammelte sich kurzeitig kein Wasser im Bohrloch an. Hydromorphe Merkmale, die auf Stauwasser hindeuten wurden oberhalb von 0 m bis 3 m unter Geländeoberkante nicht angetroffen.

5.2 Bodenklassifikation nach DIN 18196 und Lagerungsdichte

Zur geotechnischen Charakterisierung der Lösse wurden an zwei Proben die Kornverteilungen nach DIN 18 123 sowie an einer Probe zusätzlich die Fließ- und Ausrollgrenzen nach DIN 18 122 T1 bestimmt (vgl. Anlage 5). In der nachfolgenden Tabelle sind die Kennwerte der Einzelproben aufgeführt.

Tabelle 1: **Kenndaten der Proben aus den Lössen - Kornverteilung**

Probe	Entnahmetiefe [m]	T [%]	U [%]	S [%]	G [%]	U
BS2/2	2,0 - 2,50	12	83	5	0	ca. 10
BS2/3	4,4 – 5,0	11	82	7	0	ca. 13

T: Ton U: Schluff S: Sand G: Kies C_c: Krümmungszahl U: Ungleichförmigkeitszahl

Tabelle 2: **Kenndaten der Proben aus den Lössen - Konsistenzgrenzen**

Probe	w [%]	w_L [%]	w_P [%]	Ip	Ic	Bodengruppe	Konsistenz
BS2/2	11,7	33,6	21,2	12,4	1,77	TL	Halbfest

w: Wassergehalt w_L: Fließgrenze w_p: Ausrollgrenze I_C: Konsistenzzahl I_P: Plastizitätszahl

Nach den Labor- und Geländebefunden handelt es sich bei den hellbraunen Lössen überwiegend um Materialien der Bodengruppe leichtplastische Tone (TL) nach DIN 18 196. Nach den durchgeführten Untersuchungen weisen die Lösse überwiegend steife bis halbfeste Konsistenz auf.

In Anlage 4 ist die geotechnische Situation in einem Profil dargestellt.

5.3 Bodenmechanische Kennwerte

Für die im Baugebiet geotechnisch relevanten Schichten können nach DIN 1055 und den durchgeführten Untersuchungen sowie auf Grundlage von Erfahrungswerten folgende charakteristische bodenmechanische Kennwerte angenommen werden:

Tabelle 3: **Kennwerte geotechnisch relevanter Schichten**

Schicht	Boden-gruppe.	Konsistenz	γ_k [kN/m³]	γ'_k [kN/m³]	Φ'_k [°]	c'_k [kN/m²]	E_S [MN/m²]
Löss	TL	steif	20	10	27,5	2 – 4	6 – 8
		halbfest	20,5	10,5		4 - 8	10 - 14

Anm.: TM, UL, GW: Bodengruppe nach DIN 18 196

5.4 Durchlässigkeit des Untergrundes

Im Baugebiet stehen im Untergrund bindige Böden mit Feinstkorngehalten von mehr als 10% an. Der für die Durchlässigkeit von Erdstoffen wirksame Korndurchmesser (10%-Durchgang) liegt somit innerhalb der Tonfraktion.

Zur Bestimmung der Durchlässigkeit des Untergrundes wurden die Kornverteilungen (siehe Anlage 5) nach den gängigen Verfahren ausgewertet. In der nachfolgenden Tabelle sind die ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte aufgeführt:

Tabelle 4: **Durchlässigkeitsbeiwerte k_f-Werte aus den Sieblinien**

Baugrundschicht	nach SEILER	nach USBR
Löss (BS2/2)	3,0 x 10^{-8} m/s	7,7 x 10^{-9} m/s
Löss (BS2/3)	2,7 x 10^{-8} m/s	9,8 x 10^{-9} m/s

Nach DWA-A 138 wird der entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereich mit 10^{-3} m/s bis 10^{-6} m/s angegeben. Der Löss liegt außerhalb dieses Bereichs und ist somit für eine fachtechnisch einwandfreie Versickerung nicht geeignet.

5.5 Umwelttechnische Untersuchung

Im Zuge der durchgeführten Untersuchungen sollte die Belastungssituation des Untergrunds überprüft werden. Hierzu wurden aus den Bohrungen Bodenmischproben entnommen und im chemischen Labor untersucht. Die Analytik wurde auf den Löss beschränkt, da sowohl der Oberboden als auch etwaige Auffüllungen eine grundstücksbezogene Belastung aufweisen können und nicht für das gesamte Gebiet repräsentativ sind. Die Mischprobe wurde auf die Parameter der Verwaltungsvorschrift von Baden-Württemberg „Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial“ sowohl im Feststoff als auch im Eluat analysiert. Auf Grundlage des Analysenergebnisses kann der hellbraune Löss wie folgt zugeordnet werden:

Löss (bindiges Material)

Einbaukonfiguration/Materialqualität: Z0

Z0: uneingeschränkte Verwendung

Die Prüf- und Richtwerte sind in der Anlage 7 dargestellt.

Eine Bewertung hinsichtlich des Wirkungspfades Boden-Mensch kann mit Hilfe der in der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vorgegebenen Prüfwerte erfolgen. Für die untersuchten Parameter liegen keine Prüfwertüberschreitungen für den Wirkungspfad Boden-Mensch auch bei sensibelster Nutzung als Kinderspielfläche vor.

5.6 Homogenbereiche, Aushub und Wiedereinbau

Zum gegenwärtigen Planungsstand sind im Zuge der Baumaßnahme Erdarbeiten nach ATV DIN 18 300 auszuführen. Im Hinblick auf einsetzbare Erdbaugeräte werden Homogenbereiche mit vergleichbaren Eigenschaften ausgewiesen.

Tabelle 5: **Homogenbereiche für die Erdbauarbeiten nach DIN 18300**

Homogenbereich	**I**	**II**
Ortsübliche Benennung	Oberboden	Auffüllung, Löss
Bodengruppe nach DIN 18196	OH, OU, TM	TL, TM, UL
Kornverteilung	2)	s. Anlage 5
Massenanteil [%] Steine > 63 mm	< 5%	< 5%
Massenanteil [%] Steine > 200 mm	< 5%	< 5%
Massenanteil [%] Steine > 630 mm	< 5%	< 5%
Dichte [t/m³)	1,70 – 2,00	1,90 - 2,10
Abrasivität	nicht abrasiv	nicht abrasiv
Kohäsion [kN/m²]	1)	0 – 8
Scherfestigkeit undrainiert c_u [kN/m²]	1)	10 - 40 3)
Wassergehalt w [%]	1)	10 – 25
Plastizitätszahl Ip[%]	1)	5 – 15
Konsistenzzahl I_c	1)	0,50 – > 1
Bezog. Lagerungsdichte I_D [%]	1)	1)
Organischer Anteil V_{Gl} [%]	< 5%	< 2%

1) Bei Böden dieser Art keine Angabe möglich

2) Mit den vorliegenden Felduntersuchungen nicht ermittelt

3) Abgeschätzt nach Erfahrungswerten

Das bei der Bauausführung anfallende Material kann nach der nicht mehr gültigen Norm DIN 18300 (2009) und ZTVE-StB 09 in folgende Boden- und Frostempfindlichkeitsklassen eingestuft werden:

Tabelle 6: **Boden- und Frostempfindlichkeitsklassen**

Aushubmaterial	Bodengruppen	DIN 18300	ZTVE-StB 09
Oberboden	OH, OU, TM	1	F3: sehr frostempfindlich
Auffüllung, Löss	TL, TM, UL	4, (2)	F3: sehr frostempfindlich

Boden- und Felsklassen nach DIN 18300 (2009) – rein informativ, nicht mehr gültig

Klasse 1: Oberboden

Klasse 2: Fließende Bodenarten

Alle Böden mit flüssiger bis breiiger Konsistenz und großem Wasserhaltevermögen

Klasse 3: Leicht lösbare Bodenarten

Nichtbindige bis schwach bindige Sande, Kiese und Sand-Kiesgemische mit bis zu 15% Beimengungen an Schluff und Ton und mit höchstens 30% Steinen von > 63 mm Korngröße und bis zu 0,01 m^3 Rauminhalt.

Organische Bodenarten mit geringem Wassergehalt.

Klasse 4: Mittelschwer lösbare Bodenarten

Gemische von Sand, Kies, Schluff und Ton mit mehr als 15% der Korngröße < 0,06 mm.

Bindige Bodenarten von leichter bis mittlerer Plastizität mit weicher bis halbfester Konsistenz und höchstens 30% Steine von > 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m^3 bis 0,1 m^3 Rauminhalt.

Das Aushubmaterial aus den Lössen besitzt nach DWA-A 139 und ZTV A-StB 97 ungünstige Verdichtungseigenschaften (Verdichtbarkeitsklasse V3) und sollte nur in unbelasteten Bereichen wieder eingesetzt werden.

Nach DWA-A 139 ist das Material zur Hauptverfüllung von Kanalgräben nicht zu empfehlen. Es ist jedoch aufgrund der bodenmechanischen und erdbautechnischen Eigenschaften prinzipiell für die Unterbau- oder Dammherstellung geeignet. Die entsprechenden Einbauvorschriften sind zu beachten.

Das Material aus den Lössen kann bei Wasserzutritt auch die Eigenschaften der Bodenklasse 2 annehmen.

6.0 Allgemeine Bebaubarkeit

6.1 Lastabtragung

Die bindigen Lösse sind für Einzel- und Streifenfundamentgründungen bedingt geeignet und für Plattengründungen geeignet. Aufgrund ihrer vergleichsweise geringen Scherfestigkeit und hohen Zusammendrückbarkeit sind insgesamt nur geringe Sohlwiderstände bei vergleichsweise hohen Setzungsbeträgen zu erwarten.

Bei frostfreier Gründungstiefe können in Anlehnung an DIN 1054:2010-12 in den steifen bis halbfesten Lössen für Streifenfundamente Bemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ von 220 kN/m² (Achtung: kein aufnehmbarer Sohldruck oder zulässige Bodenpressung nach DIN 1054 alt) angesetzt werden. Hierbei können Setzungen in der Größenordnung von 2 – 4 cm auftreten. Die Voraussetzungen für die Anwendbarkeit des Bemessungswerts sowie die Bedingungen sind der DIN 1054:2010-12 zu entnehmen.

Unterkellerte Gebäude sind aufgrund der notwendigen Abdichtungsmaßnahmen auf Bodenplatten zu gründen. Der Bettungsmodul zur Bemessung der Bodenplatte hängt von den Lasten und ihrer Verteilung, der Geometrie und der Tiefe der geplanten Gründung (Vorbelastung) ab.

6.2 Abdichtung und Drainage

Wenn Bauwerke in bindiges Bodenmaterial (Löss, Lösslehm) mit geringen Durchlässigkeiten einbinden, müssen für die erdberührten Bauteile entsprechend DIN 18195 T1 Abdichtungen gegen nichtdrückendes Wasser (DIN 18195-5) sowie gegen Bodenfeuchtigkeit und nichtstauendes Sickerwasser (DIN 18195-4) vorgesehen werden.

Bei unterkellerten Gebäuden handelt es sich nach DIN 4095 um eine Abdichtung mit Dränung des Bauwerks. Zur hydraulischen Bemessung der Bauteile und Ausführung der Dränmaßnahmen wird auf DIN 4095 verwiesen.

Können keine Drainagen angeordnet werden, sind die in das Erdreich einbindenden Bauteile gegen zeitweise aufstauendes Wasser abzudichten (DIN 18 195-6).

Unter den Bodenplatten nicht unterkellerter Gebäude ist eine kapillarbrechende Schicht aus Kies 8/16 vorzusehen. Die kapillarbrechende Schicht sollte eine Mindestdicke von 0,15 m aufweisen und vom Untergrund durch ein Geotextil (Vlies GRK3) getrennt werden.

Es wird empfohlen im Endzustand das Geländegefälle weg vom Gebäude herzustellen.

Binden Bauwerke mehr als 3 m in den Untergrund ein, sind sie nach DIN 18 195 gegen drückendes Wasser von außen abzudichten.

6.3 Erdbebengefährdung

Nach DIN 4149 (April 2005) liegt das Bauvorhaben in der Erdbebenzone 1 (Bemessungswert der Bodenbeschleunigung a_g = 0,4 m/s²). Die Untergrundverhältnisse sind der geologischen Untergrundklasse R und der Baugrundklasse C zuzuordnen.

7.0 Kanalbau und Baugruben

Genaue Angaben zu den Sohltiefen der Kanäle liegen derzeit noch nicht vor. Nach Angaben der Planer ist mit Sohltiefen der Kanäle von bis zu 4 m zu rechnen. Damit liegen die Kanalsohlen in den steifen bis halbfesten Lössen.

Nach DIN 4124 (2002-10) dürfen Graben- und Stirnwände nur bis 1,25 m Tiefe senkrecht ohne Sicherung ausgeführt werden. Falls die freie Wandhöhe durch Abböschen der oberen Abschnitte bis 0,5 m unter GOK mit ≤ 45° reduziert wird, kann die Grabentiefe auf 1,75 m erhöht werden. Weitere Voraussetzungen sind die in der DIN 4124 in Abhängigkeit vom Gesamtgewicht genannten Mindestabstände von Straßen- und Baufahrzeugen sowie ein grabenparalleler, lastfreier Schutzstreifen von mindestens 0,6 m Breite. Ein Aufbringen zusätzlicher Lasten von mehr als 10 kN/m² in den rückwärtigen Bereichen, z. B. durch Zwischenlagerung von Aushubmaterial, ist zu vermeiden.

Können die genannten Böschungshöhen und -winkel nicht eingehalten werden oder treten beim Aushub Lösse mit weich-breiigen Konsistenzen auf, sind zur Sicherung des Leitungsgrabens temporäre Verbaumaßnahmen erforderlich. Zur Grabensicherung können z.B. Gleitschienen-Grabenverbaugeräte mit Stützrahmen im Absenkverfahren eingesetzt werden. Hinsichtlich verfahrenstechnischer Details wie Mindestverbaulängen und -grabenbreiten wird auf die DIN 4124 (2002-10) verwiesen. Das Tageswasser kann in offener Wasserhaltung (z. B. Drängräben, Pumpensümpfe) entfernt werden. Die entsprechende Ausrüstung ist vorzuhalten.

Für Baugrubenböschungen, die nach den Kriterien der DIN 4124 ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit angelegt werden und eine Höhe von 5 m nicht überschreiten, kann in den Lössen bei mindestens steifer Konsistenz eine Böschungsneigung von maximal 60 vorgesehen werden. Können die in DIN 4124 angegebenen Kriterien, insbesondere Böschungswinkel und Böschungshöhe (max. 5 m) nicht eingehalten werden oder ist eine offene Wasserhaltung notwendig, ist die Standsicherheit der unverbauten Böschungen und Wände nach DIN 4084 nachzuweisen.

Baugrubenböschungen, die nicht verbaut werden, sind durchgehend mit Folien abzudecken, um den Zutritt von Oberflächenwasser und eine Rückverwitterung und Erosion des feuchtigkeits- und frostempfindlichen Bodenmaterials in den Lössen zu verhindern. Ein Aufbringen zusätzlicher Lasten in den rückwärtigen Böschungsbereichen ist zu vermeiden. Auf die in der DIN 4124 genannten Abstände von Fahrzeugen, Baumaschinen und Baugeräten sowie Lagerflächen zur Böschungsoberkante wird hingewiesen.

Liegt die Grabensohle innerhalb der Lösse sollte nicht nachverdichtet werden, da die Gefahr einer Entfestigung des vorhandenen Bodenmaterials besteht. Aufgrund der geringen Tragfähigkeit der bindigen Materialien und der Witterungsempfindlichkeit, wird empfohlen eine Tragschicht aus Kies-Sand-Gemischen von mindestens 0,2 m vorzusehen. Das eingebaute Material ist durch ein Geotextil (Vlies, GRK3) vom anstehenden Boden zu trennen. Die Tragschicht dient auch dem Schutz des Planums und kann zur Entwässerung des Grabens als Dränschicht herangezogen werden. Um eine Dränwirkung der Rohrgräben zu vermeiden, ist der Einbau von Beton- oder Lettenriegeln vorzusehen. Auf die entsprechenden Vorschriften zur Ausbildung des Auflagers (z.B. DIN EN 1610, Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und –kanälen, ATV-DVWK-A127) wird verwiesen.

Aus wirtschaftlichen Gründen ist vorzugsweise das Aushubmaterial zum Verfüllen der Verfüllzone zu verwenden. Das Aushubmaterial aus den Lössen ist der Verdichtbarkeitsklasse V3 (weniger gut verdichtbar) zuzuordnen. Um unmittelbar und ausreichend verdichten zu können, sollte der Einbauwassergehalt etwa dem optimalen Wassergehalt entsprechen, dies ist bei halbfester Konsistenz normalerweise gegeben. Durch entsprechende Vorkehrungen ist dafür zu sorgen, dass das Aushubmaterial nicht durch Regen, Frost oder Austrocknung unbrauchbar wird. Das Material ist entsprechend den einschlägigen Vorschriften lagenweise einzubauen und zu verdichten. In der Leitungszone bzw. bis 1 m über Rohrscheitel darf nur mit leichtem darüber mit mittelschwerem Verdichtungsgerät gearbeitet werden. Der Verdichtungserfolg kann mittels leichter Rammsonde (DPL-5 n. DIN 4094) oder durch dynamische Plattendruckversuche nach TP BF-StB Teil B 8.3 überprüft werden.

Aufgrund der ungünstigen Verdichtungseigenschaften des vorhandenen Bodenmaterials aus den Lössen ist zum Wiederverfüllen zumindest teilweise mit Fremdmaterial zu kalkulieren oder das Aushubmaterial durch Bindemittelzugabe zu verbessern.

Bei Grabentiefen > 4 m kann u.U. die gesättigte Zone erreicht werden. Aufgrund der geringen Durchlässigkeiten in den Lössen ist mit sehr geringem Wasseranfall zu rechnen, welcher mittels Drainagen und Pumpensümpfen entfernt werden kann.

8.0 Straßenbau

Für die Straßenplanung gelten die Angaben der RStO 12, die je nach Belastungsklasse und anstehenden Böden unterschiedliche Angaben zum Straßenaufbau macht. Dieser wird über die Größe der Verkehrsbelastung standardisiert. Im vorliegenden Fall besteht der Untergrund aus frost- und witterungsempfindlichem Material (F3). Es wird im Folgenden davon ausgegangen, dass die Erschließungsstraßen den Belastungsklassen Bk0,3 bzw. Bk1,0 zuzuordnen sind. Diese Angaben sind vom Planer noch zu verifizieren.

In Tabelle 7 ist die Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus aufgeführt:

Tabelle 7: Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus (RStO 12)

Frostempfindlichkeitsklasse	Belastungsklasse
	Bk0,3/Bk1,0
F3	50 – 60

Mehr- oder Minderdicken ergeben sich aufgrund der örtlichen Verhältnisse. Da bei starken Niederschlagsereignissen aufgrund der geringdurchlässigen Böden in Geländehöhe mit Stauwasser oder Schichtwässern zu rechnen ist, sollte eine Mehrdicke von 5 cm (ungünstige Wasserverhältnisse) eingerechnet werden. Weitere Mehr- bzw. Minderdicken ergeben sich je nach Ausführung nach RStO 12.

Nach RStO 12 bzw. ZTV E-StB 09) ist auf dem Planum ein E_{v2}-Modul von mindestens 45 MN/m² nachzuweisen, um eine ausreichende Verdichtungsfähigkeit der Frostschutzschichten zu erreichen. Ohne weitere Maßnahmen ist dieser Verformungsmodul nach derzeitigem Kenntnisstand in den Lössen nicht zu erreichen. Maßgebend für weitere Maßnahmen ist der Verformungsmodul, der auf der Tragschicht (vgl. Standardbauweisen nach RStO 12) erreicht werden muss.

Als Möglichkeiten zur Untergrundverbesserung sind folgende Maßnahmen denkbar:

- **Bodenaustausch**

Eine Verbesserung des Planums kann durch eine größere Aufbaustärke erreicht werden. Für die Trag- und Austauschschichten ist nichtbindiges, klassiertes Material (z.B. Korngemische 0-45 oder 0-56, Bgr. GW/GI n. DIN 18 196) zu verwenden. Das Material ist lagenweise einzubauen und ausreichend zu verdichten. An der Basis ist ein Vlies zum Trennen der Tragschichten und des bindigen Untergrunds zu verlegen. Es wird empfohlen, durch Probefelder mit entsprechenden Versuchen das gewählte Verfahren zu überprüfen und gegebenenfalls die Austauschmächtigkeit zu optimieren. Erfahrungsgemäß sollte von einem zusätzlichen Aufbau von ca. 0,2 m (halbfester Löss) bis 0,4 m (steifer Löss) ausgegangen werden.

- **Verfestigen des Untergrunds durch Bindemittel**

Alternativ ist eine Bodenverbesserung mit Kalk und/oder Zement möglich. Der Wassergehalt des Bodens wird dadurch herabgesetzt und die Verdichtbarkeit verbessert. Bei Bodenverbesserungen mit Kalk tritt auch als Langzeitwirkung eine merkbare Bodenverfestigung auf. Die Anforderungen sind in der ZTVE-StB vorgegeben. Wir weisen darauf hin, dass die Wassergehalte und damit die Bindemittelmengen von den Witterungsverhältnissen im Ausführungszeitraum abhängen. Es ist zu empfehlen, baubegleitend entsprechende Untersuchungen zu veranlassen.

Weiterhin wird auf das Merkblatt für die Bodenverfestigung und Bodenverbesserung mit Bindemittel 2004, hingewiesen. Für eine erste überschlägige Abschätzung kann nach den Erkundungsergebnissen mit einer Bindemittelmenge von 2-4 Gew.-% gerechnet werden. Bei einer Frästiefe von 0,3 m bis 0,4 m entspricht dies ungefähr 13 kg/m² bis 25 kg/m².

Es wird empfohlen das gewählte Verfahren an Testfeldern zu überprüfen und ggf. zu optimieren.

Aufgrund der Wasserempfindlichkeit ist ein Befahren des Planums zu vermeiden, um Aufweichung zu verhindern. Das Planum sollte nicht nachverdichtet werden, da die Gefahr von Aufweichung besteht.

Das Planum ist möglichst schnell zu versiegeln und vor Witterungseinflüsse zu schützen. Während der Baumaßnahme ist das Planum durch geeignete Maßnahmen, wie ausreichendes Quergefälle zur Ableitung von Niederschlagswasser, wasserfrei zu halten.

9.0 Hinweise

Die Ergebnisse und Aussagen des Gutachtens beziehen sich auf die stichprobenhaft gewonnen Erkenntnisse an den einzelnen Untersuchungsstellen.

Es wird empfohlen nach Freilegung der Planumsflächen eine abschließende Baugrundbeurteilung (Sohlabnahme) durchzuführen. Damit kann ein Vergleich der angetroffenen Baugrundverhältnisse mit den im Gutachten beschriebenen Annahmen durchgeführt werden.

Die Stellungnahme zu einzelnen Bauverfahren wurde auf Grundlage der vorhandenen Planunterlagen gemacht. Die verfahrensspezifischen Hinweise hinsichtlich Bauausführung und Gründung haben empfehlenden Charakter.

Zur Prüfung der Tragfähigkeit des Untergrundplanums im Straßenbereich sind statische Plattendruckversuche durchzuführen.

Bei Planungsänderungen muss überprüft werden, ob die getroffenen Aussagen noch Gültigkeit besitzen.

Klipfel & Lenhardt Consult GmbH

Endingen, den 08. Dezember 2016

Dipl.-Geol. M. Klipfel



Untersuchungsgebiet

N

Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
Bahlinger Weg 27 ¤ 79346 Endingen
Tel: 07642/9229-70 ▫ Fax: 07642/9229-89

Projekt 16/181-1
Erschließung Baugebiet „Speicher“
79353 Bahlingen
Geotechnischer Bericht

Auftraggeber:
badenovaKONZEPT GmbH & Co. KG
Tullastr. 61
79108 Freiburg

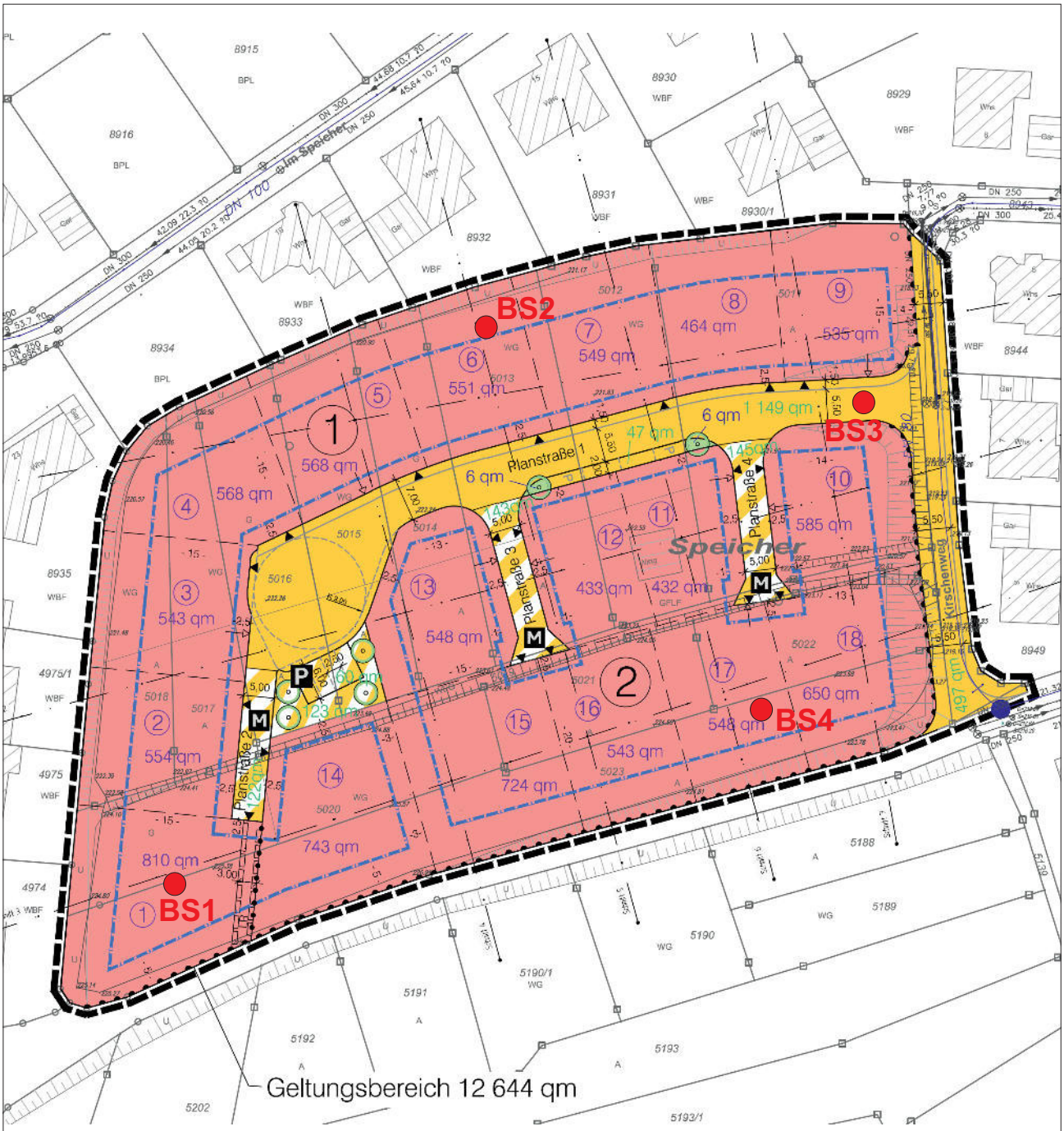
Titel:
Übersichtslageplan

Bearbeiter:
AW

Datum:
14. September 2016

Maßstab:
1 : 25 000

Anlage: 1



Kleinbohrung

Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
Bahlinger Weg 27 ¤ 79346 Endingen
Tel: 07642/9229-70 ▫ Fax: 07642/9229-89

Projekt 16/181-1
Erschließung Baugebiet „Speicher“
79353 Bahlingen
Geotechnischer Bericht

Auftraggeber:
badenovaKONZEPT GmbH & Co. KG
Tullastr. 61
79108 Freiburg

Titel:
Detailplan mit Lage der Baugrundaufschlüsse

Bearbeiter:
AW

Datum:
25. November 2016

Maßstab:
ca. 1 : 1.000

Anlage: 2

Legende

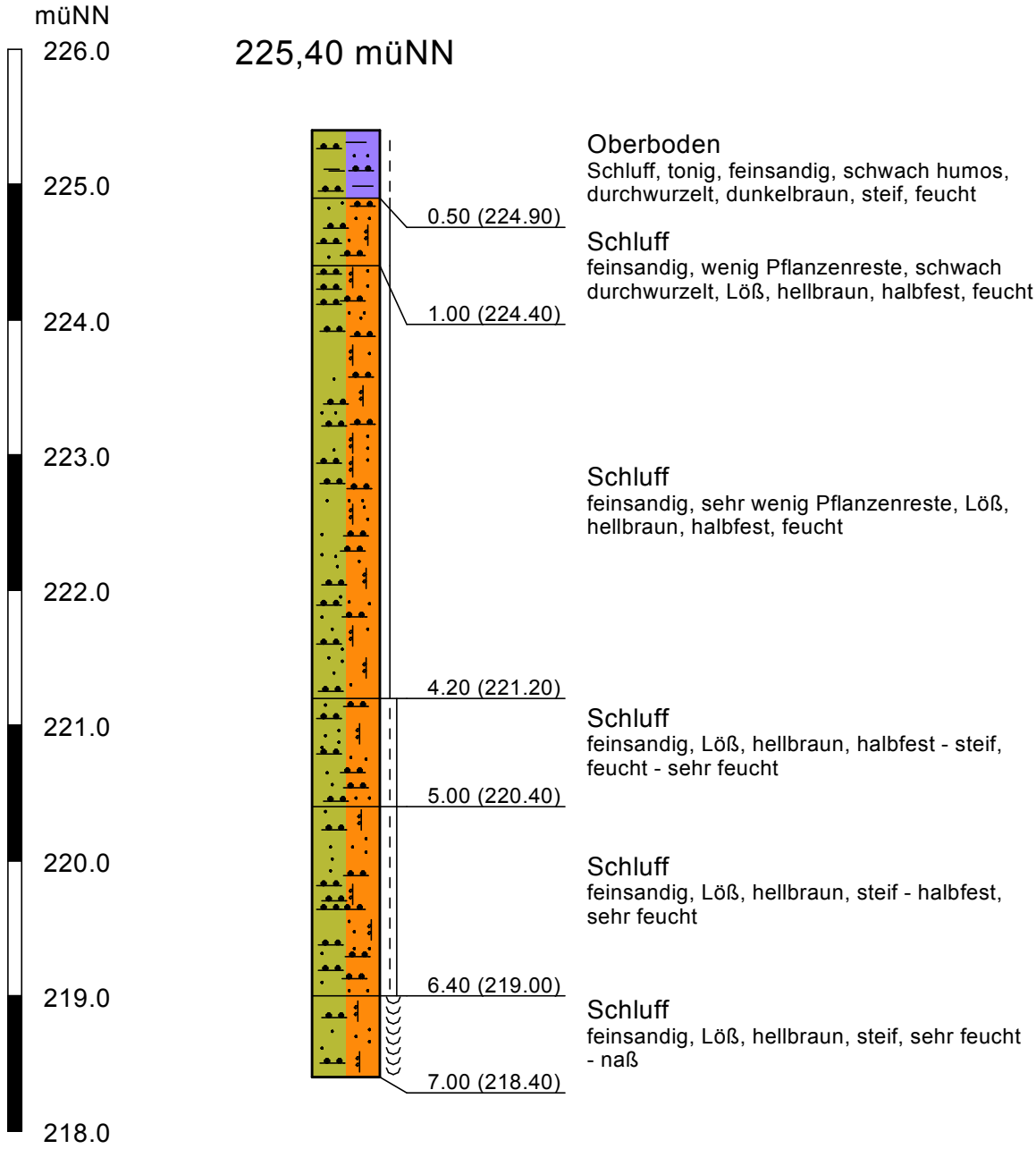
- halbfest
- steif - halbfest
- steif
- naß

Bohrprofil

Kleinbohrung (21.11.2016)

BS1

225,40 müNN



Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
Bahlinger Weg 27 ¤ 79346 Endingen
Tel: 07642/9229-70 ¤ Fax: 07642/9229-89

Projekt 16/181-1
Erschließung Baugebiet „Speicher“
79353 Bahlingen
Geotechnischer Bericht

Auftraggeber:
badenovaKONZEPT GmbH & Co. KG
Tullastr. 61
79108 Freiburg

Titel:
Bohrprofil

Bearbeiter: AW

Datum:
29. November 2016

Maßstab: 1 : 50

Anlage: 3

Legende

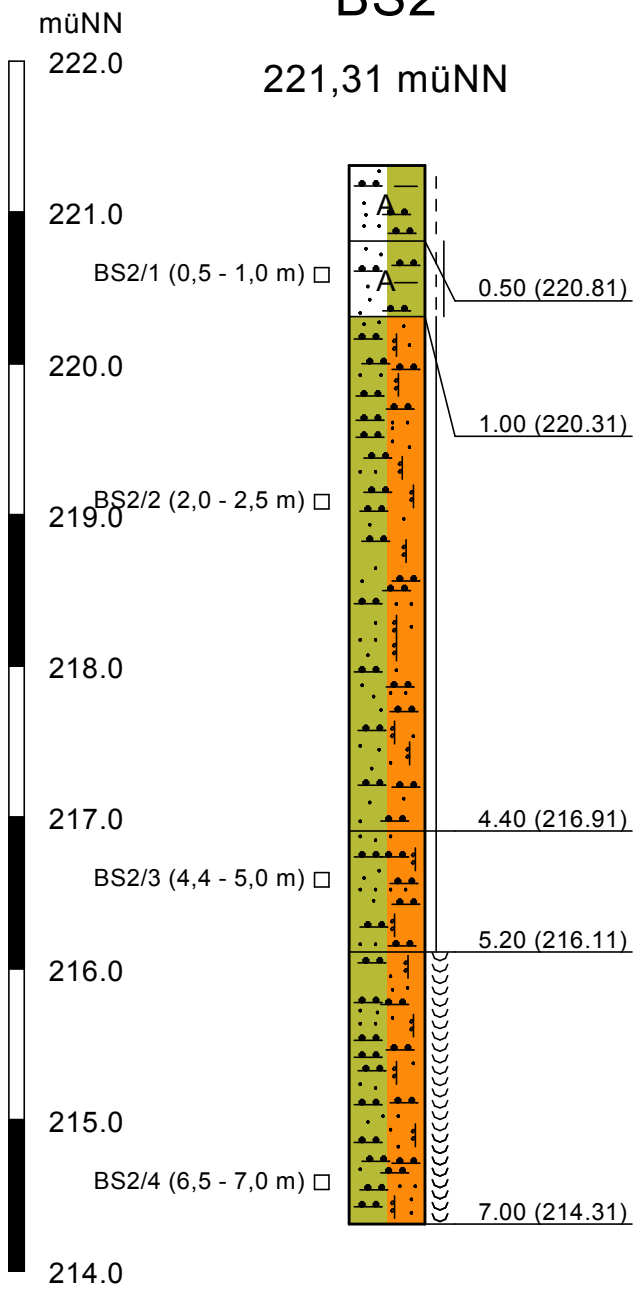
- halbfest
- steif - halbfest
- steif
- naß

Bohrprofil

Kleinbohrung (21.11.2016)

BS2

221,31 müNN



Auffüllung, Oberboden
Schluff, tonig, schwach feinsandig, schwach humos, durchwurzelt, Wurzelreste, dunkelbraun, steif, feucht

Auffüllung
(Schluff, schwach tonig, schwach feinsandig, sehr schwach organisch, sehr schwach kiesig), braun, steif - halbfest, feucht

Schluff
feinsandig, Löß, hellbraun, halbfest, feucht — TL

Schluff
feinsandig, Löß, hellbraun, halbfest, feucht - sehr feucht — TL UL

Schluff
feinsandig, Löß, hellbraun, halbfest, sehr feucht - naß

Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
Bahlinger Weg 27 ¤ 79346 Endingen
Tel: 07642/9229-70 ¤ Fax: 07642/9229-89

Projekt 16/181-1
Erschließung Baugebiet „Speicher“
79353 Bahlingen
Geotechnischer Bericht

Auftraggeber:
badenovaKONZEPT GmbH & Co. KG
Tullastr. 61
79108 Freiburg

Titel:
Bohrprofil

Bearbeiter: AW

Datum:
29. November 2016

Maßstab: 1 : 50

Anlage: 3

Legende

halbfest

steif

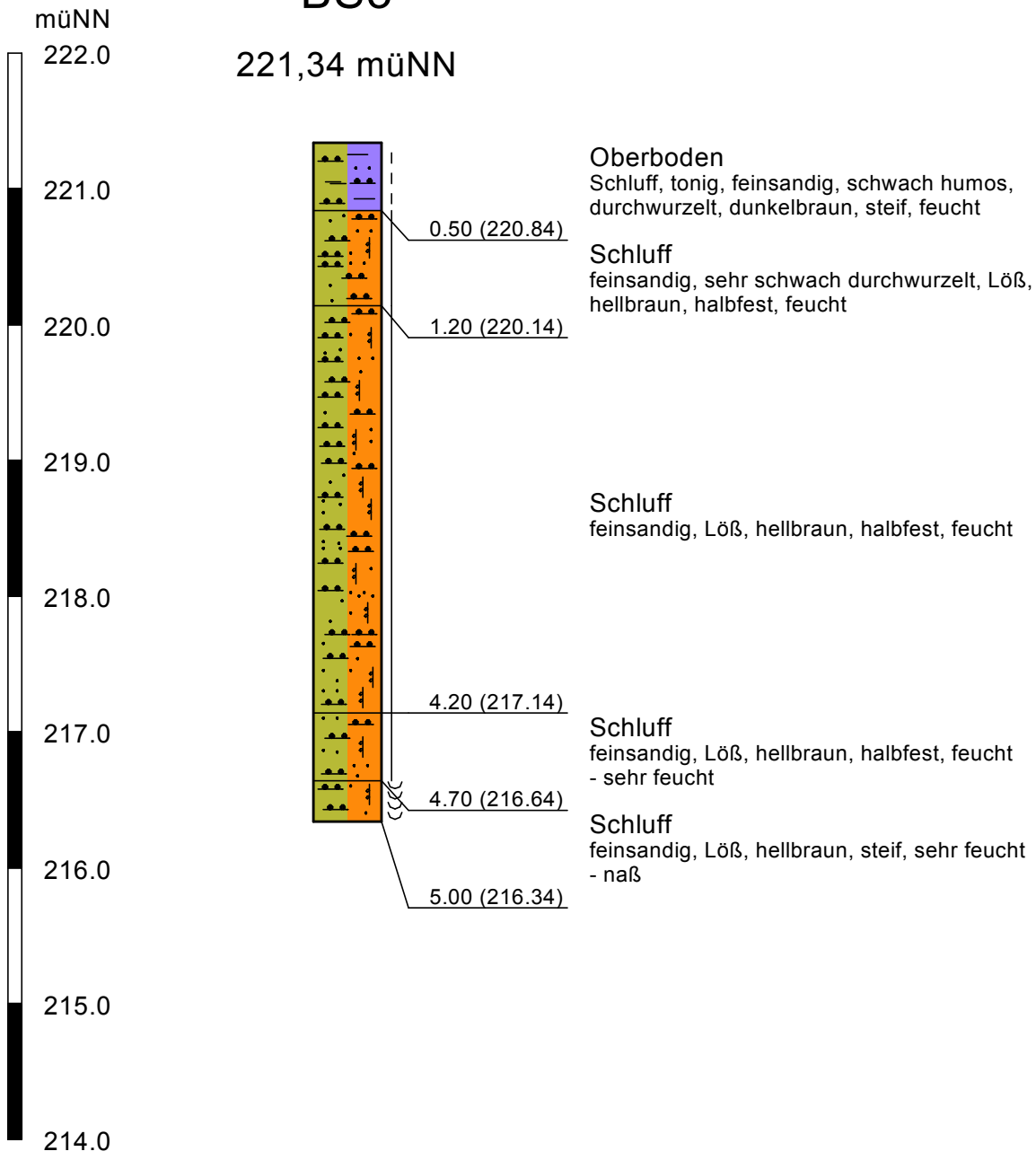
naß

Bohrprofil

Kleinbohrung (21.11.2016)

BS3

221,34 müNN



Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
Bahlinger Weg 27 ¤ 79346 Endingen
Tel: 07642/9229-70 ¤ Fax: 07642/9229-89

Projekt 16/181-1
Erschließung Baugebiet „Speicher“
79353 Bahlingen
Geotechnischer Bericht

Auftraggeber:
badenovaKONZEPT GmbH & Co. KG
Tullastr. 61
79108 Freiburg

Titel:
Bohrprofil

Bearbeiter: AW

Datum:
29. November 2016

Maßstab: 1 : 50

Anlage: 3

Legende

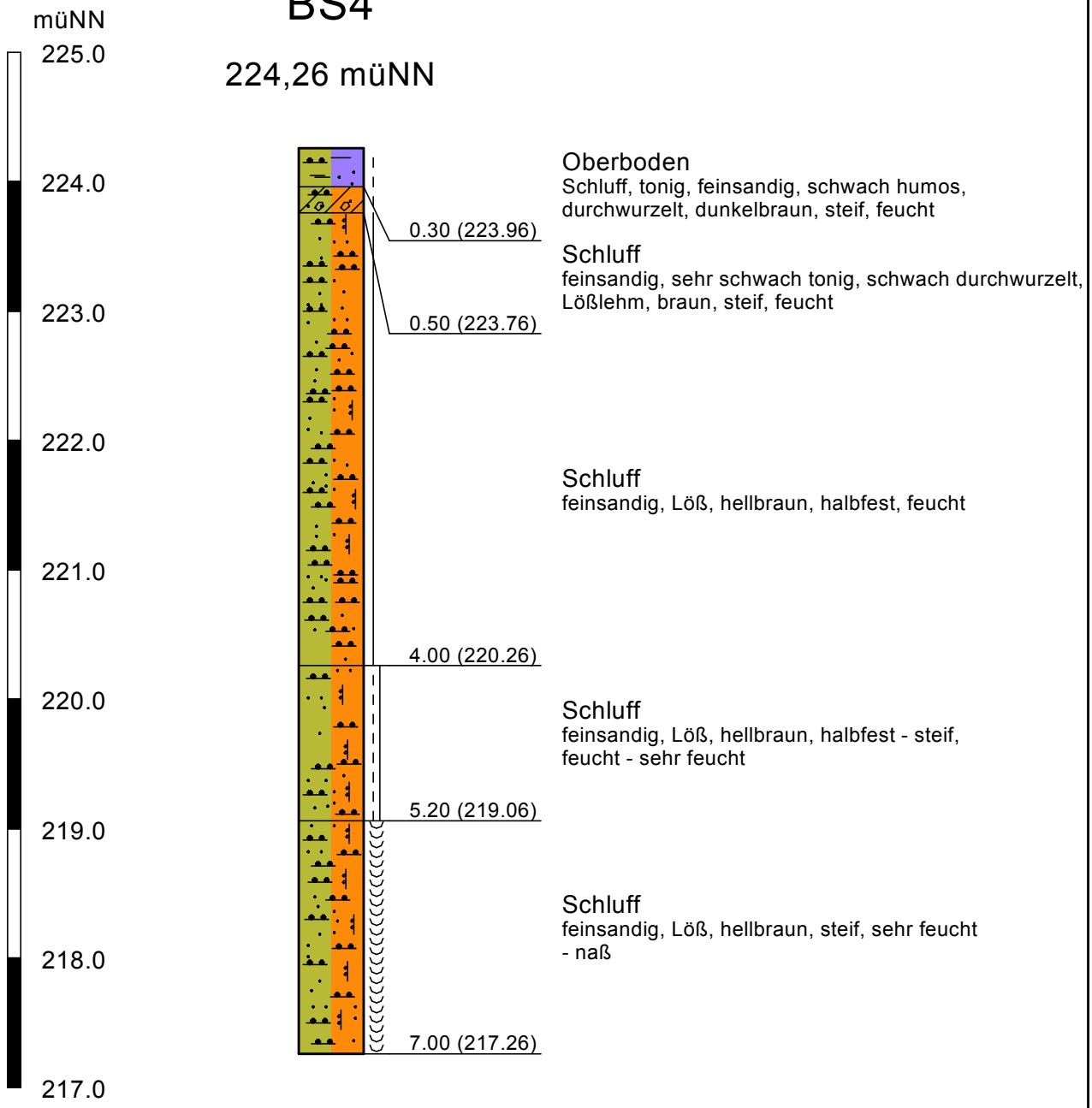
- halbfest
- steif - halbfest
- steif
- naß

Bohrprofil

Kleinbohrung (21.11.2016)

BS4

224,26 müNN



Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
Bahlinger Weg 27 ¤ 79346 Endingen
Tel: 07642/9229-70 ¤ Fax: 07642/9229-89

Projekt 16/181-1
Erschließung Baugebiet „Speicher“
79353 Bahlingen
Geotechnischer Bericht

Auftraggeber:
badenovaKONZEPT GmbH & Co. KG
Tullastr. 61
79108 Freiburg

Titel:
Bohrprofil

Bearbeiter: AW

Datum:
29. November 2016

Maßstab: 1 : 50

Anlage: 3



Die Aufschlüsse müssen nicht zwingend auf der Profillinie liegen. Zwischen den einzelnen Punkten wird interpoliert.

BS Kleinrammkernbohrung
Geländeoberkante (ungefähr)
Grundwasserstand im Bohrloch
(TL) Bodengruppe

Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
Bahlinger Weg 27 ¤ 79346 Endingen
Tel: 07642/9229-70 ¤ Fax: 07642/9229-89

Projekt 16/181-1
Erschließung Baugebiet „Speicher“
79353 Bahlingen
Geotechnischer Bericht

Auftraggeber:
badenovaKONZEPT GmbH & Co. KG
Tullastr. 61
79108 Freiburg

Titel:
Geotechnisches Profil (schematisch)

Bearbeiter: AW

Datum:
29. November 2016

Maßstab in x: ca. 1 : 550
Maßstab in y: 1 : 100

Anlage: 4

H.-G. HOLZWARTH
GEOTECHNIK

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123

Anlage Nr.:

Projekt : 16 / 181-1
Auftraggeber : KLC GmbH
Probe : BS 2 / 2
Bodenart :

Ort :
Tiefe : 2,0 - 2,5 m
Art : gestört
Datum : 21.11.2016
Bearbeiter : M. Klipfel
Witterung :

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand Masse [g]	Rückstand Anteil [%]	Summe Siebdurchgänge [%]
90,000			
63,000			
31,500			
16,000			
8,000			
4,000			
2,000	0,1		100,0
1,000	0,6	0,1	99,9
0,500	1,6	0,3	99,6
0,250	1,2	0,2	99,5
0,125	1,3	0,2	99,2
0,063			
Schale	635,8	99,2	
Summe	640,68	100.0	
Siebverlust			

Prüfung DIN 18 123 - 7

allgemeine Angaben zur Siebanalyse

Datum : 30.11.2016
Bearbeiter : hg
Trockenmasse [g] : 640,68
Größtkorn [mm] :
Kornform :

allgemeine Angaben zur Sedimentation

Datum : 30.11.2016
Bearbeiter : hg
Trockenmasse [g] : 38,26
Korndichte [g/cm³] : 2,68
Aräometer : A - 2903
Dispergierungsmittel : Natriumpyrophpsphat
Meniskuskorrektur : 0,4
100% Lesung : 24,0
Hilfswert : 4,17

Sedimentation

Zeitspanne	Aräometer Ablesung R' [g]	Temperatur T [°C]	Korndurchmesser d [mm]	R=R'+Cm [g]	R+CT [g]	Schlämmprobe a [%]	Gesamtprobe a tot [%]
30"	23,7	15,1	0,0681	24,1	23,3	97,1	96,3
1'	22,8	15,1	0,0490	23,2	22,4	93,3	92,6
2'	21,4	15,1	0,0355	21,8	21,0	87,5	86,8
5'	18,6	15,1	0,0236	19,0	18,2	75,8	75,2
15'	15,3	15,1	0,0143	15,7	14,9	62,1	61,6
45'	11,5	15,1	0,0087	11,9	11,1	46,2	45,9
2h	8,2	15,1	0,0056	8,6	7,8	32,5	32,2
6h	5,2	15,1	0,0033	5,6	4,8	19,9	19,8
1d	3,1	15,1	0,0017	3,5	2,7	11,2	11,1

Bemerkungen :

GeoLine Software

H.-G. HOLZWARTH
GEOTECHNIK

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123

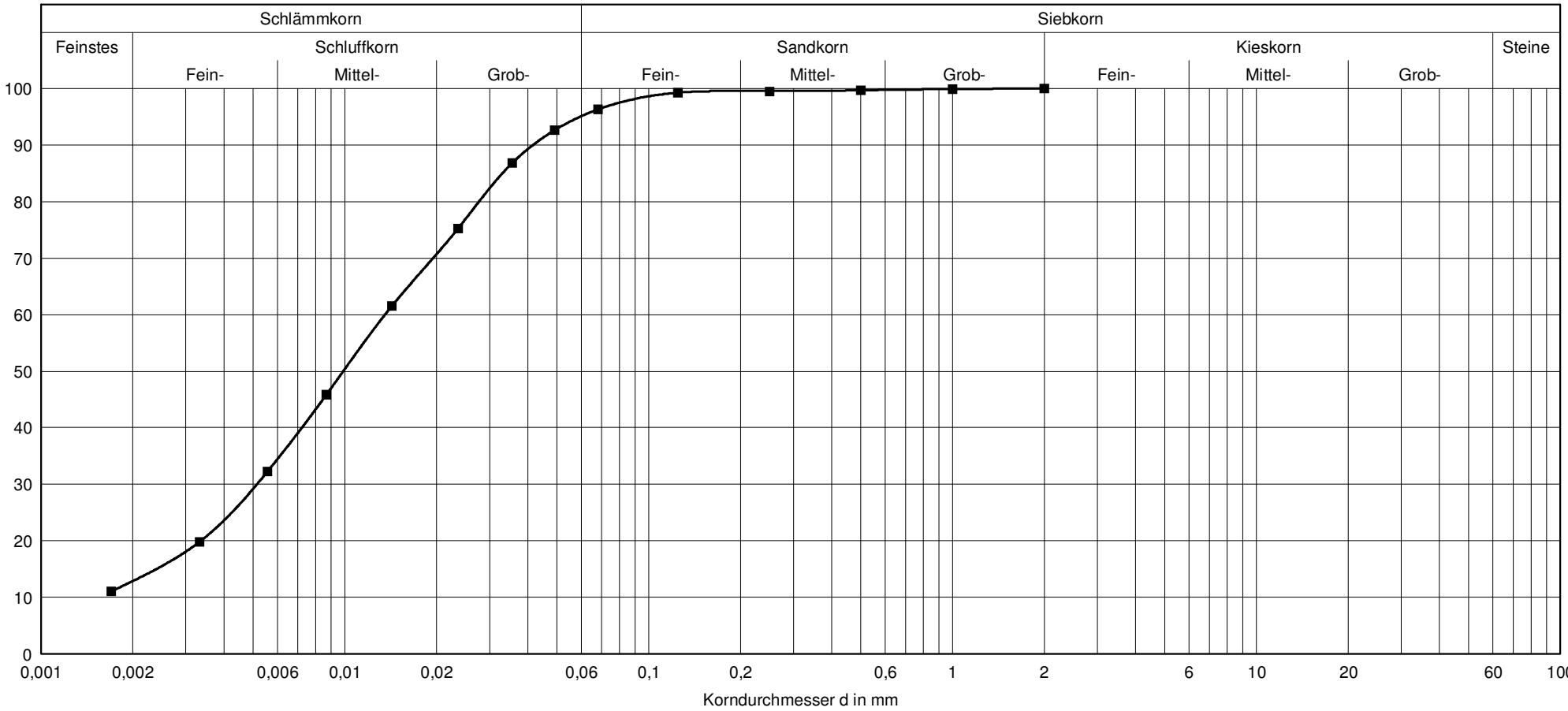
Projekt : 16 / 181-1

Auftraggeber : KLC GmbH

Sachbearbeiter :

Anlage Nr.:

Prüfung DIN 18 123 - 7



Probe	Signatur	Entnahmetiefe	Bodenart	H2O-Gehalt [%]	Korndichte [g/cm³]	k [m/s]	U (d60/d10)	Cc	Bemerkungen
BS 2 / 2		2,0 - 2,5 m			2,680				

GeoLine Software

H.-G. HOLZWARTH
GEOTECHNIK

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123

Anlage Nr.:

Projekt : 16 / 181-1

Auftraggeber : KLC GmbH

Probe : BS 2 / 3

Bodenart :

Ort :

Tiefe : 4,4 - 5,0 m

Art : gestört

Datum : 21.11.2016

Bearbeiter : M. Klipfel

Witterung :

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand Masse [g]	Rückstand Anteil [%]	Summe Siebdurchgänge [%]
90,000			
63,000			
31,500			
16,000			
8,000			
4,000			
2,000	0,3		
1,000	0,4		99,9
0,500	1,4	0,2	99,7
0,250	2,5	0,4	99,3
0,125	5,2	0,8	98,5
0,063			
Schale	644,7	98,5	
Summe	654,43	100.0	
Siebverlust			

Prüfung DIN 18 123 - 7

allgemeine Angaben zur Siebanalyse

Datum : 30.11.2016

Bearbeiter : hg

Trockenmasse [g] : 654,43

Größtkorn [mm] :

Kornform :

allgemeine Angaben zur Sedimentation

Datum : 30.11.2016

Bearbeiter :

Trockenmasse [g] : 34,92

Korndichte [g/cm³] : 2,68

Aräometer : A - 2903

Dispergierungsmittel : Natriumpyrophpsphat

Meniskuskorrektur : 0,4

100% Lesung : 21,9

Hilfswert : 4,57

Sedimentation

Zeitspanne	Aräometer Ablesung R' [g]	Temperatur T [°C]	Korndurchmesser d [mm]	R=R'+Cm [g]	R+CT [g]	Schlämmprobe a [%]	Gesamtprobe a tot [%]
30"	21,5	15,1	0,0709	21,9	21,1	96,3	94,9
1'	20,3	15,1	0,0512	20,7	19,9	90,8	89,5
2'	18,3	15,1	0,0374	18,7	17,9	81,7	80,5
5'	14,8	15,1	0,0250	15,2	14,4	65,7	64,7
15'	11,1	15,1	0,0152	11,5	10,7	48,8	48,1
45'	9,6	15,1	0,0089	10,0	9,2	42,0	41,3
2h	6,8	15,1	0,0057	7,2	6,4	29,2	28,7
6h	4,5	15,1	0,0034	4,9	4,1	18,7	18,4
1d	2,8	15,1	0,0017	3,2	2,4	10,9	10,7

Bemerkungen :

GeoLine Software

H.-G. HOLZWARTH
GEOTECHNIK

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123

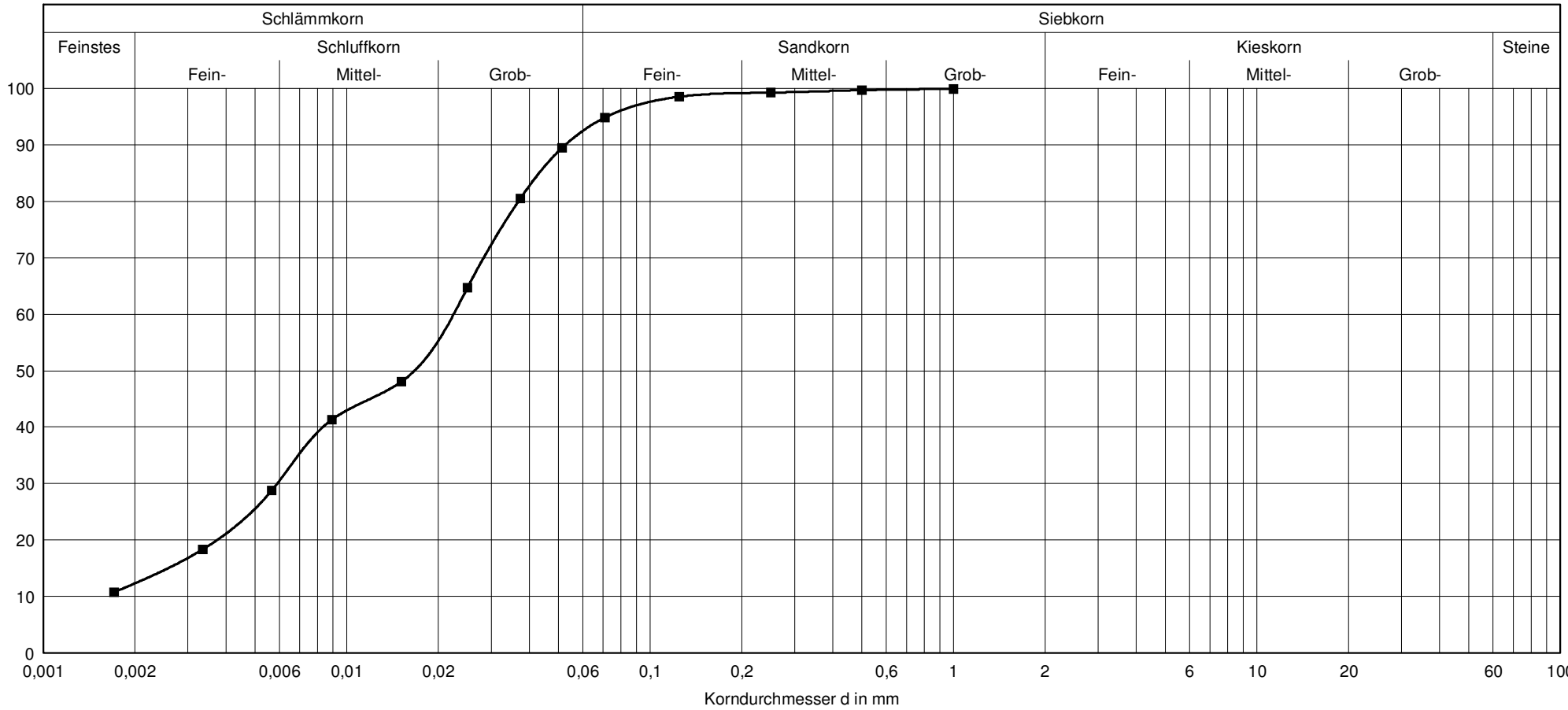
Projekt : 16 / 181-1

Auftraggeber : KLC GmbH

Sachbearbeiter :

Anlage Nr.:

Prüfung DIN 18 123 - 7



Probe	Signatur	Entnahmetiefe	Bodenart	H2O-Gehalt [%]	Korndichte [g/cm³]	k [m/s]	U (d60/d10)	Cc	Bemerkungen
BS 2 / 3		4,4 - 5,0 m			2,680				

GeoLine Software

H.-G. HOLZWARTH
GEOTECHNIK

Ermittlung der Fließ- und Ausrollgrenze

nach DIN 18 122, Teil 1

Anlage Nr.:

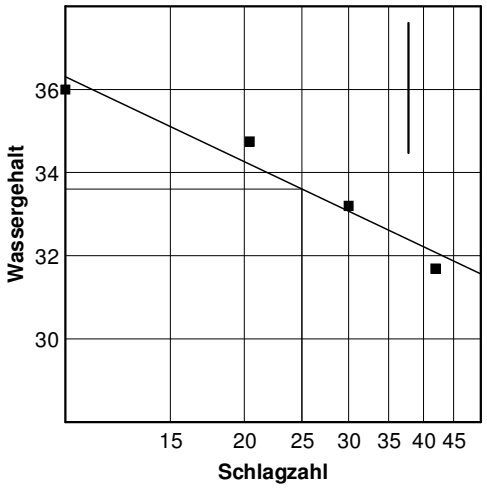
Projekt : 16 / 181-1
Auftraggeber : KLC GmbH
Probe : BS 2 / 2
Bodenart :

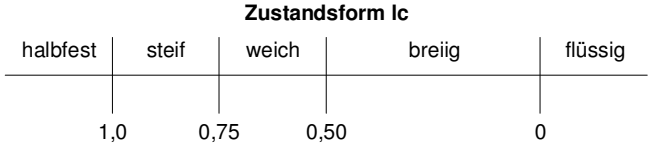
Ort :
Tiefe : 2,0 - 2,5 m
Art : gestört
Datum : 21.11.2016
Bearbeiter : M. Klipfel
Witterung :

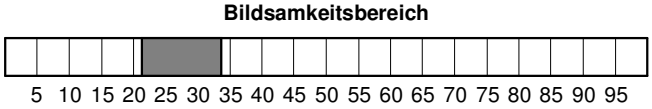
Datum : 30.11.2016
Bearbeiter : hg

Prüfung DIN 18 122, Teil 1

Versuchs-Nr.		Fließgrenze 1	2	3	4	Ausrollgrenze 1	2	3	4
Zahl der Schläge		42	30	20	10				
Feuchte Probe + Behälter	[g]	20,36	20,19	20,33	20,37	10,32	10,33	9,81	
Trockene Probe + Behälter	[g]	15,77	15,48	15,42	15,32	8,75	8,73	8,32	
Behälter	[g]	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	
Masse des Wassers	[g]	4,59	4,71	4,91	5,05	1,57	1,60	1,49	
Trockene Probe	[g]	14,48	14,19	14,13	14,03	7,46	7,44	7,03	
Wassergehalt	[%]	31,70	33,19	34,75	35,99	21,05	21,51	21,19	







Gesamtprobe

Wassergehalt	[%]	: 11,7
Größtkorn	[mm]	:
Trockenmasse <= 0,4 mm	[%]	:
Trockenmasse <= 0,002 mm	[%]	:

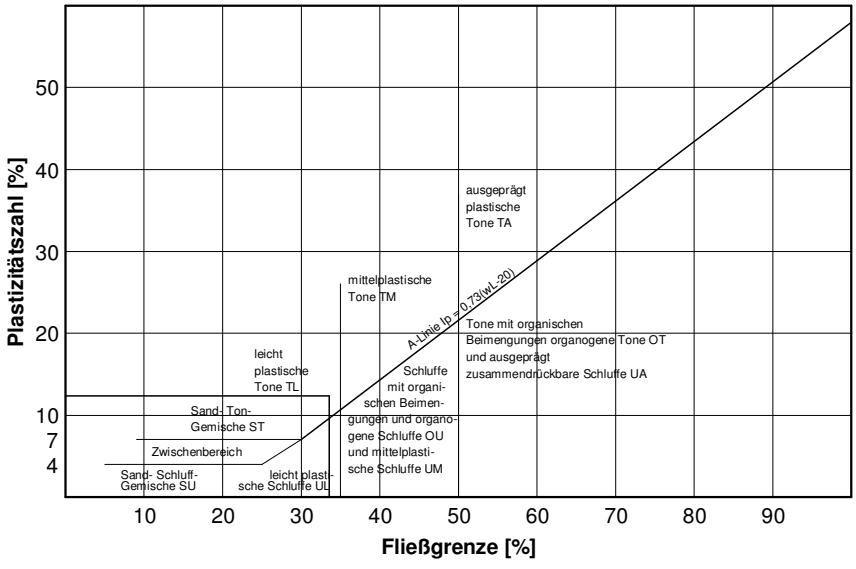
Probe <= 0,4 mm

Wassergehalt	[%]	: 11,70

Ergebnisse

Fließgrenze	w_L	[%]	: 33,60
Ausrollgrenze	w_P	[%]	: 21,25
Plastizitätszahl	I_P		: 0,124
Konsistenzzahl	I_C		: 1,773
Liquiditätszahl	I_L		:
Aktivitätszahl	I_A		:

Plastizitätsdiagramm mit Bodengruppen (DIN 18 196)



Bemerkungen :

GeoLine Software

H.-G. HOLZWARTH
GEOTECHNIK

Ermittlung der Fließ- und Ausrollgrenze

nach DIN 18 122, Teil 1

Anlage Nr.:

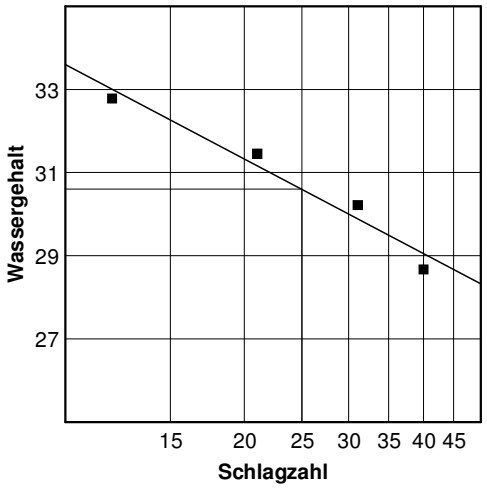
Projekt : 16 / 181-1
Auftraggeber : KLC GmbH
Probe : BS 2 / 3
Bodenart :

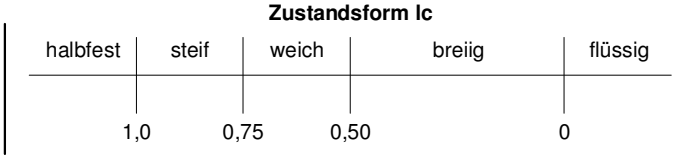
Ort :
Tiefe : 4,4 - 5,0 m
Art : gestört
Datum : 21.11.2016
Bearbeiter : M. Klipfel
Witterung :

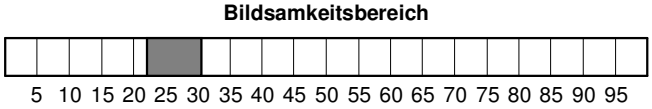
Datum : 30.11.2016
Bearbeiter : hg

Prüfung DIN 18 122, Teil 1

Versuchs-Nr.		Fließgrenze 1	2	3	4	Ausrollgrenze 1	2	3	4
Zahl der Schläge		40	31	21	12				
Feuchte Probe + Behälter	[g]	20,32	20,42	19,93	19,68	9,89	9,92	10,01	
Trockene Probe + Behälter	[g]	16,08	15,98	15,47	15,14	8,33	8,36	8,42	
Behälter	[g]	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	
Masse des Wassers	[g]	4,24	4,44	4,46	4,54	1,56	1,56	1,59	
Trockene Probe	[g]	14,79	14,69	14,18	13,85	7,04	7,07	7,13	
Wassergehalt	[%]	28,67	30,22	31,45	32,78	22,16	22,07	22,30	







Gesamtprobe

Wassergehalt	[%]	: 19,6
Größtkorn	[mm]	:
Trockenmasse <= 0,4 mm	[%]	:
Trockenmasse <= 0,002 mm	[%]	:

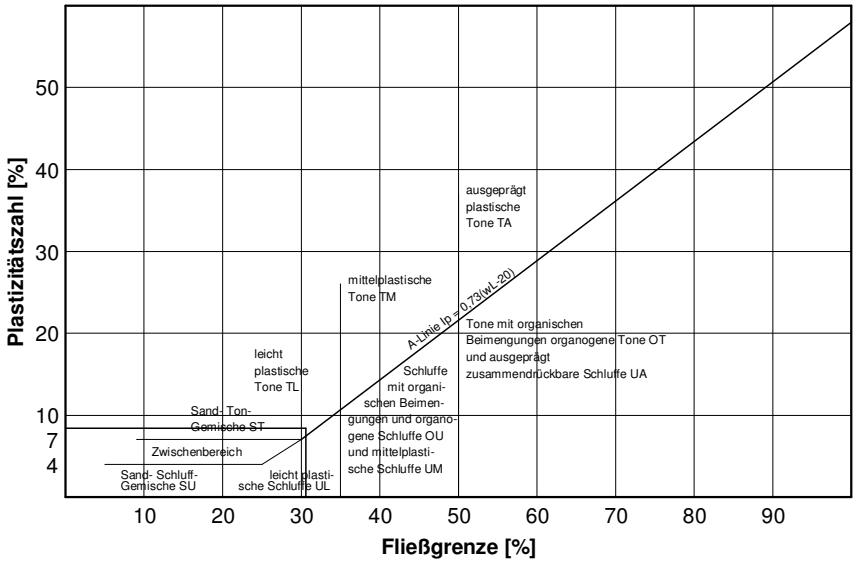
Probe <= 0,4 mm

Wassergehalt	[%]	: 19,60

Ergebnisse

Fließgrenze	w_L	[%]	: 30,60
Ausrollgrenze	w_P	[%]	: 22,17
Plastizitätszahl	I_P		: 0,084
Konsistenzzahl	I_C		: 1,306
Liquiditätszahl	I_L		:
Aktivitätszahl	I_A		:

Plastizitätsdiagramm mit Bodengruppen (DIN 18 196)



Bemerkungen :

GeoLine Software

Prüfbericht Nr.: 1607756

Auftraggeber:	Klipfel & Lenhardt Consult GmbH Bahlinger Weg 27 DE - 79346 Endingen
Auftragnehmer:	Analytik Institut Dr. Rietzler & Kunze GmbH & Co. KG Darmstädter Straße 2 DE - 09599 Freiberg
Projekt / Probenahmeort:	16/181
Probenehmer:	Auftraggeber
Datum Probenahme:	14.11.2016 bis 23.11.2016
Datum Probeneingang:	02.12.2016
Prüfzeitraum:	02.12.2016 bis 08.12.2016
Probenart:	Boden

Freiberg, den 08.12.2016

Analytik Institut
Dr. Rietzler & Kunze GmbH & Co. KG
Darmstädter Straße 2
09599 Freiberg

Dipl.-Chem. Dana Wendler

Geschäftsführerin / Laborleiterin

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angegebenen Proben. Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors nicht auszugsweise vervielfältigt werden.
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Analytik Institut
Dr. Rietzler & Kunze GmbH & Co. KG
Darmstädter Straße 2
D-09599 Freiberg

Tel.: 03731/3981-0
Fax: 03731/3981-30
Internet: www.airk-kg.de
email: info@airk-kg.de

Geschäftsführerin:
Dipl.-Chem. Dana Wendler
HRA Chemnitz 5501

Bankverbindung:
Deutsche Bank Freiberg
BIC: DEUTDEDBCHE
IBAN: DE15 8707 0024 0057 4251 00

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14616-01-00

Prüfbericht Nr.: 1607756

Untersuchung Boden

Probenbezeichnung:			MP 1
Labornummer:			1614645
Parameter	Methode	Einheit	Ergebnis
Trockenrückstand	DIN ISO 11465	%	75,6
Kohlenwasserst. (C_{10}-C_{22})	ISO/CD 16703	mg/kg TS	< 5
Kohlenwasserst. (C_{10}-C_{40})	ISO/CD 16703	mg/kg TS	11
EOX	DIN 38414-S 17	mg/kg TS Cl	< 0,1
Cyanid, gesamt	DIN ISO 11262	mg/kg TS	< 0,025

Untersuchung Boden / DIN ISO 11 466

Probenbezeichnung:			MP 1
Labornummer:			1614645
Parameter	Methode	Einheit	Ergebnis
Arsen	DIN EN ISO 11 885	mg/kg TS	6,7
Blei	DIN EN ISO 11 885	mg/kg TS	7,1
Cadmium	DIN EN ISO 11 885	mg/kg TS	< 0,1
Chrom, gesamt	DIN EN ISO 11 885	mg/kg TS	20
Kupfer	DIN EN ISO 11 885	mg/kg TS	11
Nickel	DIN EN ISO 11 885	mg/kg TS	20
Quecksilber	DIN EN ISO 12846	mg/kg TS	< 0,1
Thallium	DIN EN ISO 11 885	mg/kg TS	< 0,4
Zink	DIN EN ISO 11 885	mg/kg TS	32

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angegebenen Proben. Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors nicht auszugsweise vervielfältigt werden.
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Analytik Institut
Dr. Rietzler & Kunze GmbH & Co. KG
Darmstädter Straße 2
D-09599 Freiberg

Tel.: 03731/3981-0
Fax: 03731/3981-30
Internet: www.airk-kg.de
email: info@airk-kg.de

Geschäftsführerin:
Dipl.-Chem. Dana Wendler
HRA Chemnitz 5501

Bankverbindung:
Deutsche Bank Freiberg
BIC: DEUTDEDBCHE
IBAN: DE15 8707 0024 0057 4251 00

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14616-01-00

Prüfbericht Nr.: 1607756

Untersuchung Boden

Probenbezeichnung:			MP 1
Labornummer:			1614645
Parameter	Methode	Einheit	Ergebnis
Naphthalin	DIN ISO 13877	mg/kg TS	< 0,001
Acenaphthylen	DIN ISO 13877	mg/kg TS	< 0,001
Acenaphthen	DIN ISO 13877	mg/kg TS	< 0,001
Fluoren	DIN ISO 13877	mg/kg TS	< 0,001
Phenanthren	DIN ISO 13877	mg/kg TS	< 0,001
Anthracen	DIN ISO 13877	mg/kg TS	< 0,001
Fluoranthen	DIN ISO 13877	mg/kg TS	< 0,001
Pyren	DIN ISO 13877	mg/kg TS	< 0,001
Benzanthracen	DIN ISO 13877	mg/kg TS	< 0,001
Chrysen	DIN ISO 13877	mg/kg TS	< 0,001
Benzo(b)fluoranthen	DIN ISO 13877	mg/kg TS	< 0,001
Benzo(k)fluoranthen	DIN ISO 13877	mg/kg TS	< 0,001
Benzo(a)pyren	DIN ISO 13877	mg/kg TS	< 0,001
Dibenz(a,h)anthracen	DIN ISO 13877	mg/kg TS	< 0,001
Benzo(g,h,i)perylen	DIN ISO 13877	mg/kg TS	< 0,001
Indeno(1,2,3,c,d)pyren	DIN ISO 13877	mg/kg TS	< 0,001
Summe PAK in mg/kg TS	DIN ISO 13877	mg/kg TS	n.n.

n.n. - nicht nachweisbar

Untersuchung Boden

Probenbezeichnung:			MP 1
Labornummer:			1614645
Parameter	Methode	Einheit	Ergebnis
PCB 28	DIN ISO 10382	mg/kg TS	< 0,05
PCB 52	DIN ISO 10382	mg/kg TS	< 0,05
PCB 101	DIN ISO 10382	mg/kg TS	< 0,05
PCB 118	DIN ISO 10382	mg/kg TS	< 0,05
PCB 138	DIN ISO 10382	mg/kg TS	< 0,05
PCB 153	DIN ISO 10382	mg/kg TS	< 0,05
PCB 180	DIN ISO 10382	mg/kg TS	< 0,05
Summe PCB in mg/kg TS	DIN ISO 10382	mg/kg TS	n.n.

n.n. - nicht nachweisbar

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angegebenen Proben. Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors nicht auszugsweise vervielfältigt werden.
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Analytik Institut
Dr. Rietzler & Kunze GmbH & Co. KG
Darmstädter Straße 2
D-09599 Freiberg

Tel.: 03731/3981-0
Fax: 03731/3981-30
Internet: www.airk-kg.de
email: info@airk-kg.de

Geschäftsführerin:
Dipl.-Chem. Dana Wendler
HRA Chemnitz 5501

Bankverbindung:
Deutsche Bank Freiberg
BIC: DEUTDEDBCHE
IBAN: DE15 8707 0024 0057 4251 00

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14616-01-00

Prüfbericht Nr.: 1607756

Untersuchung Boden

Probenbezeichnung:			MP 1
Labornummer:			1614645
Parameter	Methode	Einheit	Ergebnis
Benzol	DIN EN ISO 22155	mg/kg	< 0,05
Toluol	DIN EN ISO 22155	mg/kg	< 0,05
Ethylbenzol	DIN EN ISO 22155	mg/kg	< 0,05
p-/m-Xylol	DIN EN ISO 22155	mg/kg	< 0,1
o-Xylol	DIN EN ISO 22155	mg/kg	< 0,05
Styrol	DIN EN ISO 22155	mg/kg	< 0,05
Cumol	DIN EN ISO 22155	mg/kg	< 0,05
Mesithylen	DIN EN ISO 22155	mg/kg	< 0,05
Summe BTEX in mg/kg	DIN EN ISO 22155	mg/kg	n.n.

n.n. - nicht nachweisbar

Untersuchung Boden

Probenbezeichnung:			MP 1
Labornummer:			1614645
Parameter	Methode	Einheit	Ergebnis
Dichlormethan	DIN EN ISO 22155	mg/kg	< 0,01
cis-1,2-Dichlorethen	DIN EN ISO 22155	mg/kg	< 0,01
Trichlormethan	DIN EN ISO 22155	mg/kg	< 0,001
1,1,1-Trichlorethan	DIN EN ISO 22155	mg/kg	< 0,001
Tetrachlormethan	DIN EN ISO 22155	mg/kg	< 0,001
1,2-Dichlorethan	DIN EN ISO 22155	mg/kg	< 0,01
Trichlorethen	DIN EN ISO 22155	mg/kg	< 0,001
Tetrachlorethen	DIN EN ISO 22155	mg/kg	< 0,001
Bromdichlormethan	DIN EN ISO 22155	mg/kg	< 0,001
Dibromchlormethan	DIN EN ISO 22155	mg/kg	< 0,001
Tribrommethan	DIN EN ISO 22155	mg/kg	< 0,001
Summe LHKW in mg/kg	DIN EN ISO 22155	mg/kg	n.n.

n.n. - nicht nachweisbar

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angegebenen Proben. Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors nicht auszugsweise vervielfältigt werden.
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Analytik Institut
Dr. Rietzler & Kunze GmbH & Co. KG
Darmstädter Straße 2
D-09599 Freiberg

Tel.: 03731/3981-0
Fax: 03731/3981-30
Internet: www.airk-kg.de
email: info@airk-kg.de

Geschäftsführerin:
Dipl.-Chem. Dana Wendler
HRA Chemnitz 5501

Bankverbindung:
Deutsche Bank Freiberg
BIC: DEUTDEDBCHE
IBAN: DE15 8707 0024 0057 4251 00

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14616-01-00

Prüfbericht Nr.: 1607756

Untersuchung Boden / Eluat nach DIN 38 414-S 4

Probenbezeichnung:			MP 1
Labornummer:			1614645
Parameter	Methode	Einheit	Ergebnis
pH-Wert	DIN EN ISO 10523		7,60
Elektrische Leitfähigkeit	DIN EN 27888	µS/cm	33,4
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1	mg/l	0,19
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1	mg/l	1,9
Phenol-Index	DIN 38409-H 16	µg/l	< 5
Arsen	DIN EN ISO 11 885	µg/l	< 0,5
Blei	DIN EN ISO 11 885	µg/l	2,5
Cadmium	DIN EN ISO 11 885	µg/l	< 0,1
Chrom, gesamt	DIN EN ISO 11 885	µg/l	< 0,3
Kupfer	DIN EN ISO 11 885	µg/l	< 1
Nickel	DIN EN ISO 11 885	µg/l	< 1
Quecksilber	DIN EN ISO 12846	µg/l	< 0,2
Thallium	DIN EN ISO 11 885	µg/l	< 1
Zink	DIN EN ISO 11 885	µg/l	2,0
Cyanid, gesamt	DIN 38405-D 13	µg/l	< 2,5

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angegebenen Proben. Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors nicht auszugsweise vervielfältigt werden.
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Analytik Institut
Dr. Rietzler & Kunze GmbH & Co. KG
Darmstädter Straße 2
D-09599 Freiberg

Tel.: 03731/3981-0
Fax: 03731/3981-30
Internet: www.airk-kg.de
email: info@airk-kg.de

Geschäftsführerin:
Dipl.-Chem. Dana Wendler
HRA Chemnitz 5501

Bankverbindung:
Deutsche Bank Freiberg
BIC: DEUTDEDBCHE
IBAN: DE15 8707 0024 0057 4251 00

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14616-01-00

Probenvorbereitungsprotokoll zum Prüfbericht 1607756

Auftraggeber:	Klipfel & Lenhardt Consult GmbH Bahlinger Weg 27 DE – 79346 Endingen
Projekt:	16/181
Probenahmedatum:	14.11.2016 – 23.11.2016
Probeneingang:	02.12.2016, Probe unversehrt
Probenart:	Boden
Probenvorbereitung:	02.12. – 05.12.2016
Zwischenlagerung:	bei 4 – 8 °C (jede Bearbeitungsstufe)
Probenbezeichnung:	MP 1 (1614645)

Vorbereitung für Feststoffbestimmung

Teilung der Probe:	Kegeln und Vierteln
Brechen Überkorn auf < 10 mm:	~~ja~~ / nein
Sieben auf < 2 mm:	~~ja~~ / nein
Vorbereitung für organische Parameter:	X chemische Trocknung
	☐ Lufttrocknung
	☐ entfällt
Vorbereitung für anorganische Parameter:	X Trocknung bei 105 °C
	X Mahlen
Trockenrückstand:	MP 1 75,6 %

Analytik **I**nstitut
Dr. **R**ietzler & **K**unze GmbH & Co. KG
Darmstädter Straße 2
D-09599 Freiberg

Tel. 03731/3981-0
Fax 03731/3981-30
Internet: www.airk-kg.de
e-mail: info@airk-kg.de

Konto:
Deutsche Bank Freiberg
Kto.-Nr. 0574 251 00
BLZ 870 700 24

Geschäftsführer:
Dipl.-Chem. Dana Wendler
HRA Chemnitz 5501

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14616-01-00

Probenvorbereitungsprotokoll zum Prüfbericht 1607756

Vorbereitung für Eluat

Sieben auf < 2mm:	entfällt
Einwaage für Eluat:	180 g
Wasservolumen:	1,8 l
Beginn Elution:	04.12.2016
Dauer Elution:	24 h
Temperatur Elution:	20 °C
Filtration:	ja
Filtrationsdatum:	05.12.2016

Freiberg, den 08.12.2016

Analytik Institut
Dr. Rietzler & Kunze GmbH & Co. KG
Darmstädter Straße 2
09599 Freiberg

Dipl.-Chem. Dana Wendler

Laborleiterin

Analytik **I**nstitut
Dr. **R**ietzler & **K**unze GmbH & Co. KG
Darmstädter Straße 2
D-09599 Freiberg

Tel. 03731/3981-0
Fax 03731/3981-30
Internet: www.airk-kg.de
e-mail: info@airk-kg.de

Konto:
Deutsche Bank Freiberg
Kto.-Nr. 0574 251 00
BLZ 870 700 24

Geschäftsführer:
Dipl.-Chem. Dana Wendler
HRA Chemnitz 5501

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14616-01-00

Tabelle 6-1: Zuordnungswerte

Parameter	Dimension	Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0* IIIA	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2
pH-Wert[1]	-	6,5 – 9,5						6 -12	5,5 -12
Leitfähigkeit[1]	µS/cm	250						1500	2000
Chlorid	mg/l	30						50	100
Sulfat[2]	mg/l	50						100	150
Arsen	mg/kg TS	10	15	20	15/20[3]		45		150
	µg/l	-	-	-	14			20	60
Blei	mg/kg TS	40	70	100	100	140	210		700
	µg/l	-	-	-	40			80	200
Cadmium	mg/kg TS	0,4	1,0	1,5	1,0		3,0		10
	µg/l	-	-	-	1,5			3	6
Chrom (gesamt)	mg/kg TS	30	60	100	100	120	180		600
	µg/l	-	-	-	12,5			25	60
Kupfer	mg/kg TS	20	40	60	60	80	120		400
	µg/l	-	-	-	20			60	100
Nickel	mg/kg TS	15	50	70	70	100	150		500
	µg/l	-	-	-	15			20	70
Thallium	mg/kg TS	0,4	0,7	1,0	0,7		2,1		7
	µg/l	-	-	-		-	-	-	-
Quecksilber	mg/kg TS	0,1	0,5	1,0	1,0		1,5		5
	µg/l	-	-	-	0,5			1	2
Zink	mg/kg TS	60	150	200	200	300	450		1500
	µg/l	-	-	-	150			200	600
Cyanide, gesamt	mg/kg TS	-	-	-	-	-	3		10
	µg/l	5						10	20
EOX	mg/kg TS	1	1	1	1		3		10
Kohlen-wasserstoffe[4]	mg/kg TS	100	100	100	100	200 (400)	300 (600)		1000 (2000)
BTX	mg/kg TS	1	1	1	1		1		1
LHKW	mg/kg TS	1	1	1	1		1		1
PCB_6	mg/kg TS	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,15		0,5
PAK_{16}	mg/kg TS	3	3	3	3		3	9	30
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,3	0,3	0,3	0,3	0,6	0,9		3
Phenolindex	µg/l	20						40	100

[1] Eine Überschreitung dieser Parameter allein ist kein Ausschlusskriterium.

[2] Auf die Öffnungsklausel in Nr. 6.3 wird besonders hingewiesen. Bei großflächigen Verwertungen von Bodenmaterialien mit mehr als 20 mg/l Sulfat im Eluat sind in Gebieten ohne geogen erhöhte Sulfatgehalte im Grundwasser grundwassereinzugsbezogene Frachtbetrachtungen anzustellen.

[3] Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.

[4] Die angegebenen Zuordnungswerte ohne Klammer gelten für Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C10 bis C22, diejenigen in der Klammer für Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C10 bis C40.

Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke (nach DIN 18 196, Ausgabe Juni 2006)

Definition und Benennung							Erkennungsmerkmale			Anmerkungen													
Hauptgruppen	Korngrößen-Massenanteil		Lage zur A-Linie	Gruppen		Kurzzeichen, Gruppensymbol				Beispiele	Bautechnische Eigenschaften						Bautechnische Eignung als						
	Korndurchmesser																	Baustoff für					
	≤ 0,063 mm	≤ 2 mm					Trockenfestigkeit	Reaktion beim Schüttelversuch	Plastizität beim Knetversuch		Scherfestigkeit	Verdichtungsfähigkeit	Zusammendrückbarkeit	Durchlässigkeit	Erosionsempfindlichkeit	Frostempfindlichkeit	Baugrund für Gründungen	Erd- und Baustraßen	Straßen- und Bahndämme	Dichtungen	Stützkörper	Dränagen
feinkörnige Böden	über 40 %	-	$I_P \geq 7$ % und oberhalb der A-Linie	Ton	**l**eicht plastische Tone $w_L < 35$ %	TL	mittlere bis hohe	keine bis langsame	leichte	Geschiebemergel Bänderton, Löss	mäßig	mäßig	mittel	sehr gering	groß	sehr groß	brauchbar	weniger geeignet	mäßig brauchbar	sehr gut geeignet	ungeeignet	ungeeignet
					mittelplastische Tone 35 % ≤ w_L ≤ 50 %	TM	hohe	keine	mittlere	Lösslehm, Seeton, Beckenton Keuperton	gering	schlecht	groß bis mittel	vernachlässigbar klein	groß bis mittel	groß bis mittel	brauchbar	weniger geeignet	mäßig brauchbar	gut geeignet	ungeeignet	ungeeignet
					ausgeprägt plastische Tone $w_L > 50$ %	TA	sehr hohe	keine	ausgeprägte	Tarras, Lauenburger Ton, Beckenton	sehr gering	sehr schlecht	sehr groß	vernachlässigbar klein	mittel	gering bis mittel	mäßig brauchbar	ungeeignet	weniger geeignet	weniger geeignet	ungeeignet	ungeeignet