



baugrundberatung

-Niederlassung Ober-Ramstadt-
Hundertwasserallee 7
D-64372 Ober-Ramstadt
Tel.: (06154) 409300
info@bgm-ober-ramstadt.de

Baugrund - Altlasten - Geotechnik - Ingenieurgeologie - Erdwärme

Geo- und abfalltechnischer Untersuchungsbericht

21-384OR / GB001

**Am Krifteler Wäldchen, Kriftel
- Erschließung Neubaugebiet -**

Auftraggeber: Hessische Landgesellschaft mbH
Wilhelmshöher Allee 157-159
34121 Kassel

Projektleiter: Sara Borm
(Ansprechpartner) (M.Sc. Geowissenschaften)

Projekt-Nr.: 21-384OR

Datum: Ober-Ramstadt, 01.10.2021

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1.0 ALLGEMEINE ANGABEN.....	1
1.1 Anlass und Auftrag.....	1
1.2 Bearbeitungsunterlagen	1
1.3 Derzeitige Nutzung und bautechnische Angaben	3
1.4 Regionale Geologie und Hydrogeologie	4
2.0 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN UND PROBENAHME	4
3.0 ERGEBNISSE	5
3.1 Örtlicher Bodenaufbau / Schichtenbeschreibung	5
3.2 Grundwasserverhältnisse	6
4.0 BODENMECHANISCHE KENNWERTE	7
5.0 BAUGRUNDBEURTEILUNG	8
5.1 Allgemeines.....	8
5.2 Kanal-/ Leitungsbau	8
5.2.1 Gründung Kanal	8
5.2.2 Gründung Wasserleitung.....	9
5.2.3 Rohraufleger und Leitungszone	9
5.2.4 Rückverfüllung / Einbau / Verdichtungsanforderungen.....	10
5.2.5 Sicherung der Leitungsgräben.....	11
5.2.6 Wasserhaltung.....	12
5.3 Verkehrsflächen.....	12
5.3.1 Bemessung des Straßenoberbaus nach RStO 12	12
5.3.2 Erdplanum.....	13
5.3.3 Anforderungen an den Oberbau	15
5.4 Geotechnische Eignung der angetroffenen Böden / Lösbarkeit	16
6.0 ABFALLTECHNISCHE UNTERSUCHUNG.....	18
6.1 Bewertungsgrundlagen	18
6.2 Untersuchungsumfang	18
6.3 Untersuchungsergebnisse und Bewertung	20
6.3.1 Straßenaufbruch.....	20
6.3.2 Boden	20
7.0 ABSCHLIESSENDE BEMERKUNGEN	22

TABELLENVERZEICHNIS

Seite

Tabelle 1	Bodenmechanische und bodenphysikalische Kennwerte für Homogenbereiche im Lockergestein und weitere Kennwerte in Anlehnung an DIN 1055 T 2 und eigene Erfahrungswerte	7
Tabelle 2	Vorgaben gemäß RStO 12 zum Aufbau der Straßen bei einer Asphaltdecke auf einer Frostschuttschicht, Belastungsklasse Bk1,0/Bk3,2	15
Tabelle 3	Vorgaben gemäß RStO 12 zum Aufbau der Gehwege	16
Tabelle 4	Übersicht der analysierten Proben	19
Tabelle 5	Analysenergebnisse der untersuchten Asphaltproben auf PAK und Phenolindex	20
Tabelle 6	Chemisch-analytischer Befund gemäß LAGA Boden / hess. Merkblatt / DepV	21

ANLAGEN

1. Lageplan mit Kennzeichnung der Aufschlusspunkte, Maßstab 1 : 1.500 (A3)
2. Zeichnerische Darstellung der Bohrprofile gemäß DIN 4023, Maßstab 1 : 40 (A3)
3. Probenahmeprotokolle zur Bodenanalyse
4. Prüfbericht Nr. 130921086 der Dr. Döring Laboratorien GmbH
5. Auswerteprotokolle gemäß Hessischem Merkblatt (2018) für Boden und gemäß Depo-nieverordnung (2020)

1.0 ALLGEMEINE ANGABEN

1.1 Anlass und Auftrag

Die bgm baugrundberatung GmbH wurde von der Hessischen Landgesellschaft mbH mit Schreiben vom 05.07.2021 beauftragt für die Erschließung des Baugebietes Am Krifteler Wäldchen in Kriftel baugrund- und abfalltechnische Untersuchungen durchzuführen und die Ergebnisse gutachtlich zu bewerten. Ergänzend zu diesen Untersuchungen wurden mit Auftrag vom 11.08.2021 weitere Erkundungen (Baggerschürfe) durchgeführt.

In dem vorliegenden Untersuchungsbericht wird auf der Grundlage der bei den Gelände- und Laborarbeiten gewonnenen Erkenntnisse zu folgenden Punkten Stellung genommen:

- Auswertung und Darstellung der Baugrunderkundung sowie der Labor- und Feldversuche
- Dokumentation der Schichtenfolge im baugrundrelevanten Tiefenbereich nach DIN EN ISO 22475-1, DIN EN ISO 14688 und 14689
- geotechnische Klassifikation der Schichten nach ATV DIN 18300 (Festlegung von Homogenbereichen)
- Angabe weiterer relevanter geotechnischer Bodenkennwerte
- Abschätzen des Schwankungsbereichs von Wasserständen im Boden
- Gründungsempfehlungen für den Kanal- und Leitungsbau
- Angaben zur Anlage der Baugruben und deren Sicherung
- Hinweise zur Wasserhaltung
- Gründungsempfehlungen zum Straßenbau (Aufbau, Verdichtungsanforderungen, etc.)
- Aussagen und Empfehlungen zur Wiederverwendbarkeit des Aushubs und Bodenverbesserungsmaßnahmen
- Hinweise zur Bauausführung

außerdem

- Abfalltechnische Untersuchung der anfallenden Aushubböden
- Untersuchung der angrenzenden Straßenoberbauten auf teerhaltige Stoffe
- Beurteilung der Analyseergebnisse.

1.2 Bearbeitungsunterlagen

[A] Planungsunterlagen:

[A1] Lageplan Ver- und Entsorgungsleitungen Teil 1/2 und 2/2 Vorplanung, NBG „Am Krifteler Wäldchen“, Projekt-Nr. 060.012, Maßstab 1:500, Plan-Nr.: v_Itg1_500 und v_Itg2_500, Datum/geä.: 01.04.2021, erstellt von Schweiger + Scholz Ingenieurpartnerschaft mbB, Beratende Ingenieure, zur Verfügung gestellt durch Dieter Friedrich Ingenieurgesellschaft für Projektsteuerung mbH.

- [A2] Geologische Karte, Blatt 5916 Hochheim a. Main, Maßstab 1 : 25.000.
- [A3] Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie: Fachinformationssystem Grundwasser- und Trinkwasserschutz. <http://gruschu.hessen.de/>, Stand 2017.
- [A4] Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG): Landesgrundwasserdienst. <http://lgd.hessen.de>, Stand 2017.
- [A5] DIN EN 1998-1/NA:2011-01, Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbau.

[B] Normen, Regelwerke und Literatur:

- [B1] Bundes –Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12. Juli 1999, Stand 24.02.2012.
- [B2] Deponieverordnung (DepV), Verordnung über Deponien und Langzeitlager vom 17.04.2009; Stand 04.07.2020.
- [B3] DIN EN 1997-2 (Eurocode 7): Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds; Deutsche Fassung EN 1997-2:2007 + AC:2010 – Beuth-Verlag, Berlin, Ausgabe Oktober 2010
- [B4] DIN Taschenbuch 113: Erkundung und Untersuchung des Baugrundes – Beuth-Verlag, Berlin, Ausgabe November 2018.
- [B5] DIN Taschenbuch 376: Untersuchung von Bodenproben und Messtechnik – Beuth-Verlag, 2. Auflage, Berlin, Juni 2019.
- [B6] Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2014): Richtlinie für die Verwertung von Bodenmaterial, Bauschutt und Straßenaufbruch in Tagebauten und im Rahmen sonstiger Abgrabungen, Stand 03.03.2014.
- [B7] Hessische Regierungspräsidien (2018): Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“ der hessischen Regierungspräsidien (Abt. Umwelt) vom 01.09.2018.
- [B8] Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA, 1997), „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen“, -Technische Regeln- Stand: 06. November 1997 LAGA.
- [B9] Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20, „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen“, - Technische Regeln, Allgemeiner Teil - Überarbeitung, Stand: 06. November 2003.
- [B10] Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20, „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen“, - Technische Regeln für die Verwertung, Teil II, Bodenmaterial (TR Boden) - Überarbeitung, Stand: 05. November 2004.
- [B11] Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12), Ausgabe 2012, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen.
- [B12] Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/ pechty-pischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau (RuVA-StB 01), Ausgabe 2001, Fassung 2005, Forschungsgesellschaft für das Straßen- und Verkehrswesen.

- [B13] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTV E-StB), Ausgabe 2017, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen.
- [B14] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Fahrbahndecken aus Asphalt (ZTV Asphalt-StB), Ausgabe 2007/2013, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen.
- [B15] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau (ZTV SoB-StB), Ausgabe 2020, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen.

1.3 Derzeitige Nutzung und bautechnische Angaben

In Kriftel soll das Neubaugebiet Am Krifteler Wäldchen erschlossen werden. Dieses befindet sich im Südosten Kriftels. Derzeit bestehen dort landwirtschaftliche Flächen und Wege (Abb. 1+2). Die Wege sind unbefestigt (größtenteils Schotter). Die Anschlussbereiche (Gutenbergstraße, Mönchhofweg, Am Holzweg) sind asphaltiert.

Das Gelände steigt von Süden nach Norden und von Osten nach Westen an. Die Geländehöhen liegen zwischen 109,50 m (südlichster Punkt) und 112,41 m (nördlich) bzw. 113,43 m NN (westlich; vgl. Anlage 1).



Abb. 1+2: Blick auf einen Teil des geplanten Neubaugebietes.

Der geplante Regenwasserkanal (DN 315, 400, 630, 800, 1300) weist Sohlthiefen zwischen 106,35 m und 111,25 m NN (= 1,68 m – 5,38 m unter Geländeoberkante (u. GOK)) auf. Der Schmutzwasserkanal (DN 250) erreicht Sohlthiefen zwischen 105,98 m NN und 110,44 m NN (= 1,20 m – 4,34 m u. GOK).

Die Verlegetiefe der Trinkwasserleitung ist nicht bekannt. Erfahrungsgemäß liegen Trinkwasserleitungen in einer Tiefe von 1,00 m bis 1,50 m u. GOK.

Angaben zur Herstellung der Fahrbahnen und Gehwege sowie Angaben zu Belastungsklassen liegen nicht vor.

1.4 Regionale Geologie und Hydrogeologie

Gemäß geologischer Karte [A2] stehen im Untersuchungsgebiet Taunusablagerungen / Taunusschotter an, die aus sandigen, schluffigen Kiesen bestehen. Diese werden von äolischen Sedimenten aus Lössen und Lösslehm überlagert.

Die hydrogeologischen Verhältnisse lassen sich vom geologischen Aufbau des Untergrundes ableiten. Die bindigen Böden (Löss / Lösslehme) weisen aufgrund ihres hohen Feinkornanteils eine geringe bis sehr geringe Wasserdurchlässigkeit auf. Sie neigen zu Vernässungen und bilden Stauwasserhorizonte aus. Die rolligen Böden (Taunusschotter) sind gut wasserdurchlässig und bilden Porengrundwasserleiter aus.

Gemäß den hessischen Fachinformationsdiensten [A3] liegt der Großteil des Neubaugebietes außerhalb eines Heilquellen- oder Trinkwasserschutzgebietes. Der östliche Teil des Untersuchungsgebietes liegt jedoch in einem Trinkwasserschutzgebiet der Schutzzone III.

2.0 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN UND PROBENAHME

Die Geländearbeiten wurden am 19.07.2021 durchgeführt. Die Bohrpunkte wurden vom Planungsbüro vorgegeben [A1] bzw. mit diesem abgestimmt und den örtlichen Gegebenheiten angepasst (vgl. Anlage 1 und 2). Aufgrund des Bohrabbruchs vor Erreichen der geplanten Sohliefen wurden zur weiteren Erkundung am 11.08.2021 drei Baggerschürfe durchgeführt.

- 2 Kernbohrungen (BK 1 + 2) mittels Vollkronenbohrer in der versiegelten Oberfläche (Asphalt Anschlussbereich Gutenbergstraße).
- 9 Rammkernsondierungen (RKS) gemäß DIN EN ISO 22475-1 bis auf maximal 3,50 m u. GOK (vgl. Anlage 2). Drei gemäß Planungsunterlagen vorgegebene Bohrpunkte (RKS 4, 7 und 9) wurden aufgrund unzureichender Unzugänglichkeit bzw. der Lage der bestehenden Wasserleitung nicht ausgeführt. Alle Sondierungen mussten vor Erreichen ihrer jeweiligen Endtiefe von 5,00 m u. GOK aufgrund von Bohrhindernissen (Kiese, Steine) abgebrochen werden.
- Verfüllen der Bohrlöcher.
- 3 Baggerschürfe (SCH) bis max. 5,30 m u. GOK.
- Einmessen der Bohransatzpunkte / Schürfe mittels GPS-Gerät nach Lage und Höhe.

- Geologische Beschreibung des Bodenaufbaus nach DIN EN ISO 22475-1, DIN EN ISO 14688-1 und 14688-2 und DIN EN ISO 14689.
- Darstellung der Bohrprofile und Schürfe gemäß DIN 4023.
- Entnahme gestörter Bodenproben nach organoleptischen sowie geologischen Kriterien gemäß DIN EN ISO 22475-1. Die Probenbezeichnung erfolgte nach ihrer Entnahmestelle und der Entnahmetiefe. Die Proben wurden für chemisch-analytische Untersuchungen verwendet. Die übrigen Proben wurden als Rückstellproben im Probenarchiv der bgm baugrundberatung GmbH für ein halbes Jahr eingelagert.
- Entnahme der Bohrkerne aus dem gebundenen Straßenoberbau (Asphalt). Die Proben wurden für chemisch-analytische Untersuchungen verwendet.

3.0 ERGEBNISSE

3.1 Örtlicher Bodenaufbau / Schichtenbeschreibung

Im Rahmen der Geländearbeiten wurden im Wesentlichen die folgenden Schichten angetroffen (vgl. auch Anlage 2 – Bohrprofil Darstellungen):

Schicht 1 – Ober-/Ackerboden – Homogenbereich O

In den Sondierungen wurde ein 0,15 m bis 0,40 m mächtiger dunkelbrauner, bindiger Ober- bzw. Ackerboden festgestellt. Die Oberbodenstärke kann auf dem Acker abhängig von der Pflugtiefe je nach Art der landwirtschaftlichen Nutzung variieren.

Schicht 2 – Auffüllung (Schluff) – Homogenbereich A1

In der RKS 5 folgt unter dem Oberboden bis ca. 1,00 m u. GOK eine bindige Auffüllung. Diese besteht aus sandigem, tonigem Schluff (Löss) mit feinem Ziegelbruch als Fremdbestandteil (1 Vol.-%). Die Auffüllung besitzt eine steifplastische Zustandsform. Aufgrund der anthropogenen Nutzung des Gebiets als Ackerfläche und Feld-/Wiesenwege können auch in weiteren Bereichen Fremdbestandteile im Untergrund vorhanden sein.

Schicht 3 – Löss / Lösslehm – Homogenbereich B1

Unterhalb des Oberbodens bzw. unterhalb der bindigen Auffüllung (RKS 5) wurde in allen Bohrungen Löss bzw. Lösslehm mit brauner Färbung erbohrt. Dieser reicht bis in Tiefen zwischen rd. 1,65 m und 3,10 m u. GOK. Der Übergang zwischen dem Ackerboden und dem Lössboden ist meist fließend. Der Löss besteht aus feinsandigem, tonigem Schluff. Die Nebengemenganteile variieren. Die Konsistenz wurde im Gelände überwiegend mit steifplastisch angesprochen. Im Hangenden liegen die Schichten vermehrt mit steifer-halbfester bzw. halbfester und im Liegenden mit aufgeweichter Zustandsform vor.

Schicht 4 – Taunusschotter – Homogenbereich B2

Unter dem natürlichen Lössboden folgt natürlicher Taunusschotter. Alle Rammkernsondierungen mussten innerhalb dieser Schicht aufgrund von Bohrhindernissen (Kiese, Steine) in Tiefen zwischen 1,80 m und 3,50 m u. GOK abgebrochen werden. Um den tieferen Baugrund und die Sohlflächen der geplanten Kanäle zu erreichen, wurden zusätzlich drei Baggerschürfe (SCH 1 – 3) durchgeführt. Hierbei wurde der Taunusschotter bis in eine Tiefe von max. 5,30 m festgestellt. Der Boden besteht im Wesentlichen aus Steinen und Kiesen mit Nebengemenganteilen an Sand und örtlich geringen Mengen an Schluff. Die Steine / Kiese bestehen aus Quarziten und Rundkiesen. Die Steinanteile können lediglich durch die Baggerschürfe ermittelt werden, da die Rammkernsondierungen einen zu geringen Bohrdurchmesser aufweisen und das Material durch die Bohrungen zerkleinert und zermahlen wird. Der Taunusschotter weist eine dichte bis sehr dichte Lagerung auf.

3.2 Grundwasserverhältnisse

Während der Außenarbeiten am 19.07. und 11.08.2021 wurde in den Rammkernsondierungen bzw. den max. 5,30 m tiefen Schürfen kein Grund- bzw. Schichtwasser angetroffen.

Nach dem Grundwassermessstellenverzeichnis des Landes Hessen gibt es in der Nähe des Untersuchungsgebietes keine Messstellen aus denen langfristige Aufzeichnungen des Grundwasserspiegels gewonnen werden können [A4].

Schichtwasserführend können die sandigeren Partien der Lösslehme sein, hierauf weisen auch die teils aufgeweichten Schichten hin. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass je nach vorangegangener Niederschlagsituation innerhalb der Taunusschotter Schicht- oder sogar Grundwasser auftritt.

Demnach ist grundsätzlich witterungsbedingt mit unsystematisch auftretendem Schicht- oder Grundwasser bzw. Staunässe in allen Tiefenniveaus im gesamten Baufeld zu rechnen.

4.0 BODENMECHANISCHE KENNWERTE

Den angetroffenen Böden können die in Tabelle 1 angegebenen bodenmechanischen Kennwerte und Homogenbereiche zugeordnet werden.

Tabelle 1 Bodenmechanische und bodenphysikalische Kennwerte für Homogenbereiche im Lockergestein und weitere Kennwerte in Anlehnung an DIN 1055 T 2 und eigene Erfahrungswerte

Homogenbereich	Schicht Nr. Bodenmaterial Lagerung bzw. Zustandsform	Kennwerte gemäß ATV DIN 18300											
		Boden- gruppe	Korngrößen- verteilung ⁽¹⁾	Dichte	Wasser- gehalt	Plastizität	Konsistenz	undräßierte Kohäsion	Lagerungs- dichte	organ. Anteil	Kohäsion (²)	Reibungs- winkel ⁽³⁾	Steife- modul
		DIN18196	DIN EN ISO 17892-4	DIN EN ISO 17892-2	DIN EN ISO 17892-1	DIN EN ISO 17892-12	DIN EN ISO 17892-12	DIN 4094-4 DIN 18137	DIN 4094-1 DIN 18126	DIN 18128	DIN 18137	DIN 18137	DIN EN ISO 17892-5
				ρ	w	I _P	I _c	C _u	D	C _{org}	c' _k	ϕ' _k	E _{s,k}
			[%] ⁽¹⁾	[t/m ³]	[%]	[%]	[-]	[kN/m ²]	[-]	[%]	[kN/m ²]	[Grad]	[MN/m ²]
O	1 Oberboden	OU	0	1,3 – 1,6	10 – 30	---	0,60 – 0,80	---	---	5 – 25	---	---	---
A1, B1	2 / 3 Lössboden, Schluff, teils aufgefüllt ⁽⁴⁾ weich weich-steif steif steif-halbfest	UL-TL, UM-TM [UM]	0 – 10	1,6 – 1,8	25 – 35 21 – 29 12 – 25 10 – 18	4 – 25	0,50 – 0,75 0,50 – 1,00 0,75 – 1,00 0,75 – 1,20	2 – 10 8 – 25 20 – 40 30 – 50	---	< 5,0	1 – 2 2 – 4 3 – 5 4 – 6	25 25 25 – 27,5 25 – 27,5	3 – 5 4 – 9 8 – 12 10 – 14
B2	4 Taunus- schotter dicht (-sehr dicht)	X, GW- GU	5 – 60 ⁽⁵⁾	2,1 – 2,3	5 – 12	---	---	---		< 2,0	0	35 – 37,5	100 – 150

(1) Massenanteil an Steinen / Blöcken / großen Blöcken

(2) charakteristischer Wert für die Kohäsion des dränierten Bodens

(3) charakteristischer Wert für den inneren Reibungswinkel des dränierten Bodens

(4) geht bei Wasserzufuhr und dynamischer Beanspruchung sehr leicht in breiigen Zustand über

(5) Die Gerölle, wie sie innerhalb der Taunusschotter erfahrungsgemäß auftreten können, können Blockgröße erreichen

Wir weisen darauf hin, dass gemäß aktueller VOB, Teil C, ATV DIN 18300 die Angabe von Homogenbereichen erforderlich ist. Für eine präzise Definition von Homogenbereichen sind jedoch die Durchführung von Baggerschürfen sowie umfangreiche, bodenmechanische Laborversuche an ungestörten Boden- und Gesteinsproben erforderlich. Vorstehende Angaben sind daher als angenäherte Erfahrungswerte zu verstehen.

5.0 BAUGRUNDBEURTEILUNG

5.1 Allgemeines

Das Untersuchungsgelände liegt gemäß der aktuellen Ausgabe der DIN EN 1998:2011-01 [A5] in der **Erdbebenzone 1**, der **empfohlenen Untergrundklasse T** und der **Baugrundklasse C**. Zu den erforderlichen Standsicherheitsnachweisen ist die DIN EN 1998-1 zu beachten.

Die Baumaßnahme ist in die Geotechnische Kategorie GK 1 nach DIN EN 1997-1 bzw. DIN 1054 einzustufen.

Der natürlich anstehende Baugrund wird in den ersten Metern von Lössböden des Homogenbereiches B1 (und A1) gebildet. Die Zustandsform reicht von weich bis steif-halbfest. Darunter folgt der dicht bis sehr dicht gelagerte Taunusschotter des Homogenbereiches B2.

Die Lössböden sind als sehr wasser- und frostempfindlich charakterisiert und verfügen über thixotrope Eigenschaften. Dies führt insbesondere bei dynamischen Beanspruchungen dazu, dass das Material durch Gefügezerstörung aus einem steifplastischen Zustand, quasi ohne signifikante Wassergehaltsänderung in den weichplastischen oder sogar breiigen Zustand wechseln kann.

Grundwasser wurde während der Geländearbeiten bis max. 5,30 m Tiefe nicht angetroffen.

5.2 Kanal-/ Leitungsbau

5.2.1 Gründung Kanal

Die Kanäle werden in einer Verlegetiefe von rd. 1,20 m bis 5,38 m zum Liegen kommen [A1]. In der gründungsrelevanten Tiefen stehen sowohl die Lösslehme als auch der Taunusschotter an. Wir weisen darauf hin, dass innerhalb des Taunusschotters auch größere Steine vorhanden sein können.

Bei mind. steifplastischer Konsistenz der Lössböden sind keine bodenverbessernden Maßnahmen notwendig. Der Taunusschotter ist ebenfalls ausreichend tragfähig.

Liegen die Böden auf Gründungsniveau aufgeweicht vor (z. B. Bereich RKS 2 und 3 sowie 11 und 12), sind diese in einer Stärke von 0,30 m zu entfernen und durch gut verdichtungsfähiges Material der Körnung 0/45 bis 0/56 oder gleichwertig zu ersetzen. Das Bodenpolster ist in ein Geovlies einzuschlagen, um ein Einspülen von Feinkornanteilen in das Bodenaustauschmaterial zu verhindern.

Folgende Bemessungswerte des Sohlwiderstandes können angesetzt werden:

- (verbesserter) Lössboden: $\sigma_{R,d} = 270 \text{ kN/m}^2$ (entspricht $\sigma_{E,k} \approx 200 \text{ kN/m}^2$ nach DIN 1054 alt)
- Taunusschotter: $\sigma_{R,d} = 470 \text{ kN/m}^2$ (entspricht $\sigma_{E,k} \approx 350 \text{ kN/m}^2$ nach DIN 1054 alt)

5.2.2 Gründung Wasserleitung

Die Trinkwasserleitung wird erfahrungsgemäß in Tiefen zwischen 1,00 m bis 1,50 m u. GOK gegründet werden. Die Gründungssohle wird somit überwiegend in den natürlich anstehenden Lössböden des Homogenbereichs B1 liegen. Die Böden besitzen in der angegebenen Tiefe eine wechselnde Zustandsform. Sie sind für die Gründung der Trinkwasserleitung nur bei mind. steifplastischer Zustandsform als ausreichend tragfähig zu beurteilen. Bei aufgeweichten Böden empfehlen wir eine Bodenverbesserungsmaßnahme analog zur Kanalgründung (vgl. Kap. 5.2.1) durchzuführen.

Erfolgt die Gründung in den Taunusschotter, ist diese ohne bodenverbessernde Maßnahme möglich.

5.2.3 Rohraufleger und Leitungszone

Vor Beginn der Bauausführung muss die Tragfähigkeit der Rohrleitungen in Übereinstimmung mit der Statik und den Angaben der Rohrhersteller nachgewiesen sein. Zur Dimensionierung sind die Bodenkennwerte aus dem Kapitel 4 heranzuziehen.

Die Baustoffe für die Bettungszone ergeben sich aus den Forderungen der DIN EN 1610 Ziffer 5.2.1, wobei in der Rohrbettung keine Bestandteile enthalten sein sollen, die größer sind als:

- 22 mm bei $DN \leq 200$
- 40 mm bei $DN > 200$ bis $DN 600$
- 60 mm bei $DN > 600$

Die Rohrbettung sollte nach Typ 1 EN 1610 ausgeführt werden. Die Dicke der Bettungsschicht a sollte 100 mm nicht unterschreiten. Die Dicke der Bettungsschicht b muss der statischen Berechnung entsprechen.

Geeignet für die Herstellung der Leitungszone sind Ein-Korn-Kiese sowie stark sandige Kiese und Sande mit einer Ungleichförmigkeitszahl $C_u \geq 3$.

Die Verdichtung direkt über dem Rohr sollte von Hand erfolgen. Die mechanische Verdichtung der Hauptverfüllung direkt über dem Rohr sollte erst erfolgen, wenn eine Schicht mit mindestens einer Stärke von 30 cm über dem Rohrscheitel eingebracht worden ist. Die erforderliche Gesamtstärke der Schicht richtet sich nach dem ausgewählten Verdichtungsgerät.

Die Rohrleitung darf bei der Verdichtung nicht nach der Seite oder Höhe verschoben werden. Insbesondere der Zwickel unter dem Rohr ist sorgfältig zu verdichten, damit eine gleichmäßige Auflagerung des Rohrs gewährleistet ist. Für eine Rohreinbettung ist gemäß ZTV A-StB 97 % der einfachen Proctordichte nachzuweisen.

Schwer zugängliche Bereiche in der Leitungszone, in denen sich der Verfüllboden nicht einwandfrei verdichten lässt, sind mit anderen geeigneten Baustoffen (z. B. Boden-Bindemittel-Gemisch, Beton geeigneter Güte, Flüssigboden etc.) zu verfüllen, sofern sich dies nicht nachteilig auf die Rohrbettung, die Leitung und den Oberbau auswirkt. Je nach Planungsstand sollte im Leistungsverzeichnis eine Bedarfsposition hierfür vorgesehen werden.

5.2.4 Rückverfüllung / Einbau / Verdichtungsanforderungen

Grundsätzlich sind in der Verfüllzone zwischen Leitungszone und Rohplanum soweit wie möglich die anstehenden Bodenmaterialien wiedereinzusetzen, um den Bodenwasserhaushalt möglichst nicht zu beeinflussen und um ressourcenschonend zu arbeiten. Hierzu ist eine Konditionierung der anstehenden Böden erforderlich. Details zur Eignung der beim Aushub anfallenden Bodenmaterialien und den erforderlichen Maßnahmen sind in Kapitel 5.6 angegeben. Neben der geotechnischen ist ebenso die abfalltechnische Einstufung in Kapitel 6.3 zu beachten.

Für fehlende Massen bzw. alternativ als Ersatz für die angetroffenen Böden können grobkörnige Erdstoffe (z.B. bindigkeitsarme Steinerde) mit einem Anteil der Korngröße $< 0,06$ mm von weniger als 15 % zur Rückverfüllung eingesetzt werden.

Die Rückverfüllung des Leitungsgrabens hat in Lagen von maximal 0,30 m (Schütthöhe vor der Verdichtung) zu erfolgen. Das Einbaumaterial ist in der Regel mit einem mittelschweren, dynamisch wirkenden Verdichtungsgerät zu verdichten. Der erforderliche Verdichtungsgrad ist abhängig vom verwendeten Material und richtet sich nach den Vorgaben der ZTV E-StB bzw. ZTV A-StB.

5.2.5 Sicherung der Leitungsgräben

Zur Erstellung der Gräben werden voraussichtlich Grabentiefen bis max. 5,40 m erforderlich. Für die Ausführung von frei geböschten Baugrubenwänden und Böschungen ist unbedingt die DIN 4124 (Kapitel 4.1 und 4.2) zu beachten, wonach insbesondere aufgrund der sich anschließenden Geländeneigung, der Böschungshöhe und bei auftretenden Verkehrslasten ein freies Böschchen nur noch eingeschränkt möglich ist bzw. die Durchführung eines Standsicherheitsnachweises gemäß DIN 4084 erforderlich wird. Unter Berücksichtigung dieser Einschränkungen können Baugruben wie folgt geböscht werden:

Homogenbereich A1, B1	Auffüllung, Schluff / Löss	
	weich	$\beta \leq 45^\circ$
	mind. steifplastisch	$\beta \leq 60^\circ$
Homogenbereich B2	Taunusschotter.....	$\beta \leq 45^\circ$ *)

*) Während der Herstellung der Baggerschürfe wurde ein rasches Nachbrechen der Kiese / Steine beobachtet. Bei freiem Böschchen sind flachere Böschungswinkel einzukalkulieren.

Geböschte Baugrubenwände sind mittels Folien vor Niederschlagswasser zu schützen.

Wenn der Kanalgraben im Lastausbreitungsbereich benachbarter Verkehrs- oder Stellflächen oder im Lastausbreitungsbereich benachbarter Bauwerke erstellt (45° ab Straßenoberkante bzw. Fundamentunterkante) werden soll bzw. aus Platzgründen die vorgenannten Böschungswinkel voraussichtlich nicht eingehalten werden können, sind Sicherungsmaßnahmen vorzusehen.

Für die Leitungsgräben empfehlen wir Gleitschienenverbauten. Darüber hinaus sind zusätzlich Kanaldielen und entsprechende Gurtungen für Bereiche mit Leitungsquerungen einzusetzen.

Die Sicherheit des gewählten Verbaus muss in jedem Bauzustand sichergestellt sein. Um Schäden an der angrenzenden Bebauung und den Verkehrsflächen zu verhindern, ist unbedingt ein möglichst kraftschlüssiger Verbau zu erstellen. Zur Herstellung eines optimalen kraftschlüssigen Verbundes der Grabenverbaugeräte mit dem Untergrund, sind die Ausbrüche hinter den Verbauelementen mit einem Sand-Kies-Gemisch oder einem Brechkorngemisch, z. B. einem Vorsiebmaterial oder Stein-Erde-Material, bis zur Geländeoberkante aufzufüllen. Es gelten grundsätzlich die Angaben der DIN 4124.

Erschütterungen beim Einbringen der Verbauelemente sind so gering wie möglich zu halten, um Schäden an der Nachbarbebauung zu vermeiden. Die Verbauelemente sind gemäß den statischen Erfordernissen ausreichend tief einzubringen.

Die Standsicherheit der geplanten Grabenverbaugeräte ist vorzulegen. Für den Nachweis der Standsicherheit der Grabenverbaugeräte gelten die in Kapitel 4 genannten bodenmechanischen Kennwerte in Abstimmung mit den entsprechenden Bohrprofilen.

Beim Rückbau von Baugrubensicherungen ist zu berücksichtigen, dass die Verbindung zwischen Füllboden und Grabenwand sichergestellt ist. Die Verbauelemente sind abschnittsweise so zu entfernen, dass der Füllboden in dem freigelegten Teil der Baugrube unverzüglich lagenweise eingebracht und verdichtet werden kann.

5.2.6 Wasserhaltung

Die Grundwassersituation zum Untersuchungszeitpunkt vorausgesetzt, werden keine aufwendigen Wasserhaltungsmaßnahmen oder Grundwasserabsenkungen erforderlich. Allerdings ist je nach vorangegangener Niederschlagsituation mit dem Auftreten von Schichtwasser im gesamten Baufeldbereich in allen Tiefenniveaus jederzeit zu rechnen.

Ggf. anfallendes Schichtwasser kann, ebenso wie zusetzendes Oberflächenwasser, über einen Graben mit filtersicherem Dränagesystem gefasst, Pumpensämpfen zugeführt und kontrolliert abgeleitet werden. Es ist auf die filtersichere Ausführung der Wasserhaltung zu achten, um Ausspülungen entgegen zu wirken. Für die Einleitung von Wasser in kommunale Entwässerungen bzw. Oberflächengewässer, wie Gräben und Bäche, sind die erforderlichen Genehmigungen bei den zuständigen Fachbehörden einzuholen.

Weiterhin kann es im gesamten Trassenverlauf besonders in den niederschlagsreichen Jahreszeiten und nach anhaltenden Niederschlägen zu stärkeren Oberflächenwasserzutritten kommen. Es ist durch geeignete Maßnahmen dafür Sorge zu tragen, dass Oberflächenwasser nicht in größerem Umfang dem Kanalgraben zufließen kann.

Grundsätzlich ist im Hinblick auf die Befahrbarkeit, Bearbeitbarkeit und die Tragfähigkeit des Erdplanums für das gesamte Gelände eine Tagwasserhaltung, das heißt eine Arbeitssicherung gegen Niederschlagswasser im Sinne der VOB, Teil C, DIN 18299, mittels Dränagen, Pumpensämpfen und Schmutzwasserpumpen vorzusehen, um Oberflächenwasser effektiv abführen zu können.

5.3 Verkehrsflächen

5.3.1 Bemessung des Straßenoberbaus nach RStO 12

Fahrbahn

Für den Neubau der Straßen ist die RStO 12 heranzuziehen. Für die geplanten Straßen wird aufgrund des zu erwartenden Verkehrsaufkommens gemäß RStO 12 vorläufig die Belastungsklasse Bk1,0/Bk3,2 vorgeschlagen. Unabhängig davon ist die Belastungsklasse durch einen Fachplaner zu ermitteln.

Für die Ermittlung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus gelten weiterhin folgende Bedingungen:

- Die bindigen anstehenden Böden sind gemäß ZTV E-StB als sehr frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F 3) einzustufen. Wir empfehlen für die Ermittlung der Mindestdicke des frostsicheren Aufbaues die Tabellen 6 und 7 der RStO 12, Belastungsklasse Bk1,0/Bk3,2 für Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 heranzuziehen.
- Das Neubaugebiet liegt in Anlehnung an das Bild 6 der RStO 12 in der Frosteinwirkungszone I.
- Das Gelände unterliegt keinen besonderen Klimaeinflüssen. *)
- Es ist kein Grund- oder Schichtwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Plannum zu erwarten.
- Die Gradienten liegen in Geländehöhe. *)
- Die Entwässerung der Fahrbahn und Randbereiche erfolgt über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen. *)

Damit ergibt sich für die Straßen- und Verkehrsfläche folgende Mindestdicke:

<u>Belastungsklasse</u>	<u>Bk1,0/Bk3,2</u>
Ausgangswert	60 cm
Frosteinwirkungszone I	+ 0 cm
Klimaeinflüsse	± 0 cm *)
Wasserverhältnisse	+ 0 cm
Lage der Gradienten	± 0 cm *)
<u>Ausführung der Randbereiche</u>	<u>± 0 cm *)</u>
Gesamtaufbau	60 cm

*) Diese Annahme ist durch den Planer zu überprüfen.

Gehwege

Die Gehwege werden üblicherweise in Pflasterbauweise hergestellt. Für die Gehwege ist gemäß RStO 12 die Bauweise nach der Tafel 6 auszuwählen. Der frostsichere Aufbau ist mit einer Mächtigkeit von 0,40 m vorzusehen.

5.3.2 Erdplanum

Die angetroffenen Böden sind bis auf das erforderliche Niveau des Erdplanums (Fahrbahn -0,60 m / Gehweg -0,40 m) abzutragen. Das Erdplanum wird in den Lössböden (Homogenbereich B1) liegen. Hier werden die Anforderungen an das Erdplanum gemäß RStO 12 bzw. ZTV E-StB ($E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$) auch bei steifplastischer Zustandsform voraussichtlich nicht erfüllt. Es ist daher eine Bodenverbesserung erforderlich.

Die Bodenverbesserung in den bindigen Böden kann mittels Zugabe von Mischbindemittel sowie durch einen Bodenaustausch erfolgen:

Bodenverbesserung mit Bindemitteln

Soll durch die Bodenverbesserung eine günstigere Einstufung der Frostempfindlichkeitsklasse (F 3 → F 2) erreicht werden, ist eine qualifizierte Bodenverbesserung vorzunehmen. Zu den Definitionen und einzuhaltenden Bedingungen wird auf das „Merkblatt über Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln“ (FGSV 551), die Technischen Prüfvorschriften für Boden und Fels TP BF-StB Teil B 11 sowie ZTV E-StB und RStO (jeweils neueste Fassung) verwiesen.

Bei einer Bodenverbesserung durch Zugabe von Bindemitteln sind die zu verwendenden Bindemittelarten und -mengen durch Eignungsprüfungen gemäß dem „Merkblatt über Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln“ (FGSV 551) und gemäß TP BF-StB Teil B 11 festzulegen. Für die von der ausführenden Firma vorzunehmenden Eignungsprüfungen ist ein entsprechender Untersuchungszeitraum einzukalkulieren. Es wird empfohlen, vorläufig mit einer Zugabemenge von ca. 2 – 4 Gew.-% an Mischbindemittel 50/50 oder 70/30 (Kalk / Zement) zu kalkulieren, wobei insbesondere die Bindemittelmenge abhängig vom Wassergehalt der zu verbessernden Böden und somit auch witterungsabhängig ist. Bei sehr trockener Witterung und niedrigen Bodenwassergehalten ist ein Anfeuchten der zu verbessernden Böden erforderlich. Bei Temperaturen unter 5°C ist eine Bodenverbesserung nur noch stark eingeschränkt bzw. bei Frost gar nicht mehr möglich.

Die Einfrosttiefe muss mindestens 0,40 m betragen. Im Hinblick auf die angrenzende Bebauung sind staubarme Bindemittelarten zu verwenden oder es ist der Mischvorgang außerhalb der Baustelle durchzuführen.

Beim Bauen im Winter, wenn die Temperaturen und die Niederschläge eine Bodenverbesserung mit Bindemitteln nicht zulassen oder eine Bodenverbesserung mit Bindemitteln nicht zulässig ist, ist als alternative Maßnahme eine Bodenverbesserung mittels Bodenaustausch vorzusehen. Weiterhin weisen wir daraufhin, dass der unbelastete Lössboden (s. Kap. 6) durch die Zugabe von Bindemitteln eine schlechtere abfalltechnische Einstufung erhalten kann. Aufgrund der teilweisen Lage in einem Trinkwasserschutzgebiet ist die Zugabe von Mischbindemittel im Vorfeld mit der zuständigen Behörde abzustimmen.

Bodenverbesserung durch Bodenaustausch

Alternativ ist nach Bedarf eine Bodenverbesserung durch Einbau einer mind. 0,30 m starken Schicht aus gut verdichtbarem Grobschotter bis zur Körnung 0/70 einzuplanen. Um ein Einspülen von Feinkorn in die Grobschotterlage zu vermeiden, ist unter diese ein Geotextil / Vlies mit der Robustheitsklasse GRK 3 oder höher zu verlegen. Die einzelnen Schüttungen sind lagenweise mit max. 0,30 m Mächtigkeit einzubauen und zu verdichten.

Erfahrungsgemäß ist für die auf Höhe des Erdplanums anstehenden bindigen Böden eine 0,30 m starke Planumsverbesserung ausreichend. Sollten die bindigen Böden aufgeweicht vorliegen, ist die Mächtigkeit des Bodenaustauschs entsprechend zu erhöhen. Im Anfangsstadium der Baustelle sollten daher Probefelder angelegt und auf diesen Plattendruckversuche gemäß DIN 18134 durchgeführt werden. Die endgültige Mächtigkeit der Bodenverbesserung durch Bodenaustausch sollte dann anhand der Ergebnisse der Plattendruckversuche festgelegt werden. Im Zweifelsfall ist der Bodengutachter zu benachrichtigen. Auf dem verbesserten Erdplanum ist ein Verformungsmodul E_{v2} von mindestens 45 MN/m² nachzuweisen.

5.3.3 Anforderungen an den Oberbau

Fahrbahn

Zur Herstellung des frostsicheren Oberbaus für Fahrbahnen gemäß RStO 12 unter Berücksichtigung einer Bauweise mit Asphaltdecke nach Tafel 1, Zeile 1, Bk1,0 und Bk3,2 sind folgende Anforderungen zu stellen (s. Tabelle 2):

Tabelle 2 Vorgaben gemäß RStO 12 zum Aufbau der Straßen bei einer Asphaltdecke auf einer Frostschuttschicht, Belastungsklasse Bk1,0/Bk3,2

Schicht	Belastungsklasse Bk1,0		Belastungsklasse Bk3,2	
	Soll Aufbau [cm]	E_{v2} [MN/m ²]	Soll Aufbau [cm]	E_{v2} [MN/m ²]
Asphaltdecke	4	-	10	-
Asphalttragschicht	14	-	12	-
Frostschuttschicht	42	120	38	120
Erdplanum	-	45	-	45
Oberbau, gesamt	60	-	60	-

Gehweg

Die Herstellung der Gehwege erfolgt gemäß RStO 12 nach Tafel 6, Zeile 2. Bei dieser Einstufung ist eine gelegentliche Nutzung der Gehwege durch Kraftfahrzeuge nicht berücksichtigt. Ist mit Überfahren der Gehwege zu rechnen, ist der Aufbau gemäß der geplanten Ausführung im Fahrbahnbereich zu wählen. Ungünstige Klimaeinflüsse und Wasserverhältnisse sind zu berücksichtigen.

Gemäß Tafel 6, Zeile 2 der RStO 12 wird der in Tabelle 3 dargestellte Aufbau für eine Pflasterbauweise empfohlen.

Tabelle 3 Vorgaben gemäß RStO 12 zum Aufbau der Gehwege

Schicht	Pflasterdecke	Soll
	Aufbau [cm]	E_{v2} [MN/m ²]
Pflasterdecke	8	
Splittbett	4	
Schottertragschicht	28	80 ¹⁾
Oberbau, gesamt	40	

¹⁾ Bei Belastung durch Fahrzeuge
 $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$

Allgemeine Hinweise

Die Anforderungen an Verdichtungsgrad und Verformungsmodul des Oberbaus und des Untergrundes bzw. Unterbaus sind in den genannten einschlägigen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien enthalten und richten sich ebenfalls nach den Belastungsklassen. Außerdem sind die Bauweisen (Frostschuttschicht, Kies- oder Schottertragschicht, hydraulisch gebundene Tragschicht oder Bodenverfestigung) sowie insbesondere die Art der Fahrbahndecke (Bitumendecke, Betondecke, Pflasterdecke, usw.) zu berücksichtigen.

Als Material für die Schotter-/ Frostschuttschicht ist qualifiziertes Material mit der Körnung 0/32 mm, 0/45 mm oder gleichwertig zu verwenden. Hierzu sind die Vorgaben der aktuellen ZTV SoB-StB zu beachten. Das Material ist lagenweise aufzubauen und pro Lage mit einem dynamisch wirkenden Verdichtungsgerät zu verdichten. Die geforderten Verformungsmoduln sind mittels Lastplattendruckversuchen nachzuweisen.

Der Einbau des Asphalts richtet sich nach der ZTV Asphalt-StB 2007/2013. Die Lieferbedingungen für das Mischgut sind in der TL Asphalt-StB 2007/2013 definiert.

5.4 Geotechnische Eignung der angetroffenen Böden / Lösbarkeit

Hinsichtlich der Verdichtungseigenschaften der angetroffenen Bodenarten kann die Einstufung nach ZTV A-StB herangezogen werden. Die Tabelle 2 der ZTV A-StB gibt Schüttenhöhen in Abhängigkeit der Geräteart sowie die Anzahl der notwendigen Übergänge an. Die Vorgaben gemäß ZTV A-StB sind von den Baufirmen in den Leistungspositionen, die Verdichtungsarbeiten betreffen, einzukalkulieren. Im Folgenden sind allgemeine Angaben für die Behandlung und die Wiederverwendung der angetroffenen Böden aufgeführt. Diese Angaben ergänzen die Empfehlungen in den vorherigen Kapiteln, gelten jedoch nicht immer uneingeschränkt auch für die vorliegende Baumaßnahme.

Schicht 1 – Ober-/Ackerboden – Homogenbereich O

Der Oberboden stellt ein Schutzgut dar. Gemäß BauGB § 202 „Schutz des Mutterbodens“ ist der Oberboden, der bei der Errichtung und Änderung baulicher Anlagen sowie bei wesentlichen anderen Veränderungen der Erdoberfläche ausgehoben wird, in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor Vernichtung oder Vergeudung zu schützen.

Schicht 2 – Auffüllung (Schluff) – Homogenbereich A1Schicht 3 – Löss / Lösslehm – Homogenbereich B1

Gemäß DIN 18196 ist die Witterungs-, Erosions- und Frostepfindlichkeit dieser fein- bis gemischtkörnigen Bodenarten als groß einzustufen. Diese Bodenarten sind ohne Verbesserungsmaßnahme aus geotechnischer Sicht nicht wieder verwertbar. Wir empfehlen, eine Bodenverbesserung durch Bindemittelzugabe vorzusehen. Aufgrund der teilweisen Lage des Baugebiets in einem Trinkwasserschutzgebiet empfehlen wir die Bodenverbesserungsmaßnahme von der zuständigen Behörde genehmigen zu lassen.

Für vernässte Bodenmassen bzw. für weiche, wenig tragfähige Böden sind ausreichende Verdichtungsgrade unter Zugabe von Mischbindemittel (Kalk-Zement-Gemisch), z. B. unter Verwendung einer Fräse, einer Separator-Schaufel oder bei hohen Steinanteilen auch mit dem Baggerlöffel zu erreichen. Hierbei wird durch den Kalk kurzfristig der zu hohe Wassergehalt des Bodenaushubes auf Wassergehalte abgesenkt, die den Boden bearbeitbar machen. Die Langzeitwirkung des Zementes führt zur Erhöhung der Stabilität des Bodens. Im Hinblick auf die angrenzende Bebauung sind staubarme Bindemittelarten zu verwenden oder es ist der Mischvorgang außerhalb der Baustelle durchzuführen. Für die Verdichtung des vergüteten Materials sind Schafffußwalzen einzusetzen. Die Bindemittelzugabe ist auf ein Mindestmaß zu beschränken und es ist für eine verwirbelnde Durchmischung mit hohem Lufteinschluss zu sorgen, um die puzzolanische Reaktion (führt zur Versteinerung der Böden) zu unterbinden. Bei einer Bodenverbesserung durch die Zugabe von Mischbindemittel sind die zu verwendenden Bindemittelarten und -mengen durch Eignungsprüfungen gemäß dem „Merkblatt über Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln“ (FGSV 551) festzulegen. Für die Eignungsprüfungen ist ein entsprechender Untersuchungszeitraum einzukalkulieren.

Die Zugabemengen sind vorläufig mit 2 – 3 Gew.-% zu veranschlagen. Bei sehr trockener Witterung und niedrigen Bodenwassergehalten ist ein Anfeuchten der zu verbessernden Böden erforderlich. Bei Temperaturen unter 5 °C ist eine Bodenverbesserung nur noch stark eingeschränkt bzw. bei Frost gar nicht mehr möglich.

Die bindigen Bodenarten sind wasser- und frostepfindlich und während der Baumaßnahme z. B. durch Abdecken mit Folien gegen Witterungseinflüsse zu schützen, da Änderungen des Wassergehaltes zur Änderung der Konsistenz und Herabsetzung der Kohäsion führen können. Aufgeweichte und/oder vernässte Bereiche sind auszutauschen, nachzuarbeiten bzw. zu konditionieren. Im Zweifelsfall ist der Bodengutachter zu benachrichtigen.

Schicht 4 – Taunusschotter – Homogenbereich B2

Der Bodenaushub aus dem Bereich des Taunusschotters kann aus bodenmechanischer Sicht zur Hauptverfüllung im Kanalgraben oder als Rückverfüllung von Arbeitsräume eingesetzt werden. Das Material sollte lagenweise mit Lagenstärken von maximal 30 cm eingebaut und mit leichtem Verdichtungsgerät verdichtet werden. Zur Verdichtungskontrolle sind gemäß DIN 18125 das Sandersatzverfahren oder gemäß DIN 18134 Plattendruckversuche durchzuführen. Größere Bruchstücke bzw. ganze Blöcke (> 0,2 m Durchmesser) sind im Hinblick auf die Einbaulagenstärke von 30 cm auszusortieren oder vor dem Einbau zu zerkleinern.

Im Hinblick auf eine Wiederverwendung der angetroffenen Materialien sind auch die umwelttechnischen Aspekte zu beachten (vgl. Kapitel 6.3).

6.0 ABFALLTECHNISCHE UNTERSUCHUNG

6.1 Bewertungsgrundlagen

In Hessen sind für die Entsorgung (Verwertung, Beseitigung) u. a. folgende Richtlinien maßgebend:

- Hessische Regierungspräsidien (2018): Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“ der hessischen Regierungspräsidien (Abt. Umwelt) vom 01.09.2018.
- Deponieverordnung (DepV), Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts vom 17.04.2009; Stand 20.07.2017.
- Bundes –Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12. Juli 1999, Stand 24.02.2012.
- Hessische Verfüllrichtlinie - Richtlinie für die Verwertung von Bodenmaterial, Bauschutt und Straßenaufbruch in Tagebauen und im Rahmen sonstiger Abgrabungen (Staatsanzeiger f. d. Land Hessen, 3. März 2014).

6.2 Untersuchungsumfang

Die Probenahmeprotokolle zu den untersuchten Proben sind der Anlage 3 zu entnehmen. Eine Übersicht zu den Bodenmisch- und Asphaltproben, den enthaltenen Einzelproben sowie dem durchgeführten Analysenumfang gibt Tabelle 4. Zur Mischprobenbildung wurden gleichartige Einzelproben zusammengefasst und homogenisiert.

Tabelle 4 Übersicht der analysierten Proben

Probe	Entnahmestelle (Probennummer)	Tiefe [m u. GOK]	Materialart	Analysenumfang
BK 1	BK 1	0,00 – 0,26	Asphalt	PAK (EPA) + Phenole
BK 2	BK 2	0,00 – 0,08	Asphalt	PAK (EPA) + Phenole
MP 1	RKS 1, 2, 3, 5, 12 + SCH 1, 2 (SCH1/2, SCH 1/3, SCH2/2, SCH2/3, 1/2, 1/3, 2/2, 2/3, 3/2, 3/3, 5/2, 5/3, 5/4, 12/2, 12/3)	0,15 – 3,10	Auffüllung / A1, Löss / B1	LAGA Boden + DepV
MP 2	RKS 6, 8, 10, 11 + SCH 3 (6/2, 6/3, 8/2, 8/3, 8/4, SCH3/2, SCH3/3, 10/2, 10/3, 11/2, 11/3)	0,25 – 2,70	Löss / B1	LAGA Boden + DepV
MP 3	RKS 1, 2, 3, 5, 12 + SCH 1, 2 (1/4, 2/4, 3/4, 5/5, 12/4, SCH1/4, SCH1/5, SCH 2/4)	1,80 – 5,00	Taunusschotter / B2	LAGA Boden + DepV
MP 4	RKS 6, 8, 10, 11 + SCH 3 (6/4, 8/5, 10/4, 11/4, SCH3/4, SCH3/5)	1,65 – 5,30	Taunusschotter / B2	LAGA Boden + DepV

BK = Bohrkern

PAK = polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

MP = Mischprobe

RKS = Rammkernsondierung

SCH = Baggerschurf

DepV = Deponieverordnung

Die Asphaltproben aus dem Anschlussbereich der Gutenbergstraße (vgl. Anlage 1) wurden gemäß RuVA-StB 01 auf die Parameter polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) im Feststoff und Phenole im Eluat analysiert und bewertet.

Die Bodenmischproben wurden auf die Parameterliste „LAGA Boden“ untersucht und gemäß hessischem Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“, Stand 01.09.2018, bewertet. Weiterhin wurden die Proben gemäß den Ergänzungsparametern der Deponieverordnung (2020) analysiert und bewertet.

Die Proben wurden zur Analytik dunkel und gekühlt dem Labor der Dr. Döring Laboratorien GmbH überstellt. Die Einzelstoffergebnisse, die Messmethoden und die Bestimmungsgrenzen können dem Prüfbericht Nr. 130921086 der Anlage 4 entnommen werden.

6.3 Untersuchungsergebnisse und Bewertung

6.3.1 Straßenaufbruch

In der nachstehenden Tabelle 5 sind die Analysenergebnisse der untersuchten Asphaltproben auf PAK und Phenolindex aufgeführt. Die Bohrkern wiesen keine organoleptischen Auffälligkeiten auf.

Tabelle 5 Analysenergebnisse der untersuchten Asphaltproben auf PAK und Phenolindex

Probe	Entnahmestelle	Tiefe [m u. GOK]	Materialart	PAK-Konzentration [mg/kg]	Phenolindex [mg/l]	Bewertung
Gefährlicher Abfall gemäß hessischem Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“				≥ 400		
Orientierungswerte gemäß RuVA-StB 01				≥ 25	≥ 0,1	
BK 1	BK 1	0,00 – 0,26	Asphalt	4,29	n.n.	teer-/pechfrei nicht gefährlich
BK 2	BK 2	0,00 – 0,08	Asphalt	1,19	n.n.	teer-/pechfrei nicht gefährlich

BK = Bohrkern

PAK = polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

n.n. = nicht nachgewiesen

Bei den Asphaltbohrkernen der Kernbohrungen **BK 1** und **BK 2** wurden PAK-Gehalte ≤ 25 mg/kg ermittelt. In diesen Bereichen ist der Asphalt als **teer-/pechfrei, nicht gefährlicher Abfall** einzustufen und gemäß RuVA-StB als Ausbauasphalt der Verwertungsklasse A zuzuordnen. Der Asphalt kann mit der **Abfallschlüsselnummer 17 03 02** abgefahren werden.

Um eine eindeutige Beschreibung der Entsorgungsposition gemäß VOB zu gewährleisten, sollte grundsätzlich der PAK-Gehalt in der jeweiligen Ordnungszahl des LV mit aufgeführt werden bzw. das vorliegende Gutachten der Ausschreibung beigelegt werden.

Wir empfehlen die weiteren asphaltierten Anschlussbereiche ebenfalls zu beproben und analysieren zu lassen.

6.3.2 Boden

Eine Charakterisierung der untersuchten Bodenmaterialien ist in der Schichtenbeschreibung des Kapitels 3.1 angegeben. Weitere Details können den Probenahmeprotokollen der Anlage 3 entnommen werden. In der nachfolgenden Tabelle 6 sind die Einstufungen der analysierten Bodenmischproben (Feststoff, Eluat und Gesamteinstufung) gemäß LAGA Boden, hessischem Merkblatt und Deponieverordnung aufgelistet. Eine tabellarische Übersicht und Auswertung der chemischen Analytik enthält die Anlage 6.

Tabelle 6 Chemisch-analytischer Befund gemäß LAGA Boden / hess. Merkblatt / DepV

Proben- bezeichnung	Analysenbefund Feststoff		Analysenbefund Eluat		Deponie- klasse DK	Gesamt- einstufung
	LAGA- Einstufung	maßgebender Parameter	LAGA- Einstufung	maßgebender Parameter		
MP 1	Z 0	---	Z 0	---	0	Z 0, DK 0
MP 2	Z 0	---	Z 0	---	0	Z 0, DK 0
MP 3	Z 0*	Arsen Chrom Nickel	Z 0	---	0	Z 0*, DK 0
MP 4	Z 1	Arsen	Z 0	---	0	Z 1, DK 0

MP = Mischprobe

Lössboden / Auffüllung (Homogenbereich A1 / B1)

Die Mischproben des Lössbodens und der Auffüllung (**MP 1 und MP 2**) zeigen keine grenzwertüberschreitenden Belastungen und können demnach dem **Zuordnungswert Z 0** zugeordnet werden.

Bei Stoffgehalten bis zum Zuordnungswert **Z 0** kann davon ausgegangen werden, dass keine Beeinträchtigungen der Schutzgüter Grundwasser, Boden und menschliche Gesundheit stattfinden. Der Einbau von Boden ist uneingeschränkt möglich.

Taunusschotter (Homogenbereich B2)

Der Taunusschotter (Mischproben **MP 3** und **MP 4**) ist aufgrund eines erhöhten Arsen- sowie Chrom- und Nickel-Gehaltes im Feststoff mit dem **Zuordnungswert Z 0* bzw. Z 1** einzustufen.

Bodenmaterial, das die Zuordnungswerte Z 0 im Feststoff überschreitet, aber die Zuordnungswerte Z 0 im Eluat und **Z 0* im Feststoff** einhält, darf für Verfüllungen von Abgrabungen unterhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht eingesetzt werden. Hierfür müssen jedoch bestimmte Bedingungen („Ausnahmen von der Regel“) gemäß LAGA (Technische Regeln für die Verwertung, Teil II, Bodenmaterial (TR Boden) - Überarbeitung, Stand: 05. November 2004) eingehalten werden (z. B. Lage der Verfüllung außerhalb von Wasser- und Heilquellenschutzgebieten, Wasservorranggebieten, Karstgebieten, etc.).

Böden mit dem Zuordnungswert **Z 1** dürfen nur eingeschränkt wieder verwertet werden. Eingeschränkt heißt in diesem Fall, dass bei einem Einbau des Materials im Bereich des Einbauorts „hydrogeologisch günstige Gebiete“ vorliegen müssen und der Grundwasserstand zur Schüttkörperbasis mindestens 1 m beträgt.

Alle angetroffene Materialien sind als nicht gefährlicher Abfall zu deklarieren und können mit der **Abfallschlüsselnummer 17 05 04** Boden und Steine abgefahren werden. Die Einstufung gemäß Deponieverordnung erfolgt für alle Proben in die **Deponieklasse 0**.

Bei den Auffüllungen handelt es sich um anthropogene Böden, die in der Zusammensetzung variieren und Fremdbestandteile enthalten. Wir weisen darauf hin, dass der Fremdbestandteil über die Rammkernsondierungen nicht eindeutig ermittelt werden kann.

Die Entsorgungsmöglichkeiten sind auf der Grundlage der vorliegenden Ergebnisse direkt mit den Deponiebetreibern zu klären. Da die Annahmekriterien der Deponien nicht einheitlich geregelt sind, hat der anbietende Unternehmer vor der Angebotsabgabe zu klären, ob die vorgelegte Deklaration für die Annahme auf seiner ausgewählten Deponie qualitativ und quantitativ ausreichend ist. Sollte dies nicht der Fall sein, hat er vor der Angebotsabgabe eigenverantwortlich die nötigen Untersuchungen vorzunehmen bzw. bei der ausschreibenden Stelle anzufordern.

7.0 ABSCHLIESSENDE BEMERKUNGEN

Sämtliche oben aufgeführten Aussagen und Empfehlungen in diesem Untersuchungsbericht beziehen sich ausschließlich auf die durch die bgm zum Untersuchungszeitpunkt untersuchten Aufschlusspunkte. Sollte im Zuge der Aushubarbeiten ein von den Ausführungen abweichender Bodenaufbau und/oder abweichende Grundwasserverhältnisse angetroffen werden, muss der Gutachter durch die für die Aushubarbeiten verantwortliche Stelle informiert und herangezogen werden, so dass rechtzeitig mit entsprechenden Empfehlungen reagiert werden kann.

Es grenzt vorhandene Bebauung an die geplante Baumaßnahme an. Es ist daher in Verbindung mit den Bauarbeiten (Baustellenverkehr, Erschütterungen aus Verdichtungsarbeiten) zu prüfen, ob eine Beweissicherung und ggf. auch Schwingungsmessungen erforderlich sind.

Den ausgesprochenen Empfehlungen liegen die im Kapitel 1 genannten Unterlagen zugrunde und basieren auf dem in diesem Bericht beschriebenen Erkundungsrahmen und den hierbei gewonnenen Erkenntnissen. Bei Planungsänderungen ist ebenfalls Rücksprache mit dem Gutachter erforderlich.

Der geo- und abfalltechnische Untersuchungsbericht ist nur in seiner Gesamtheit gültig.

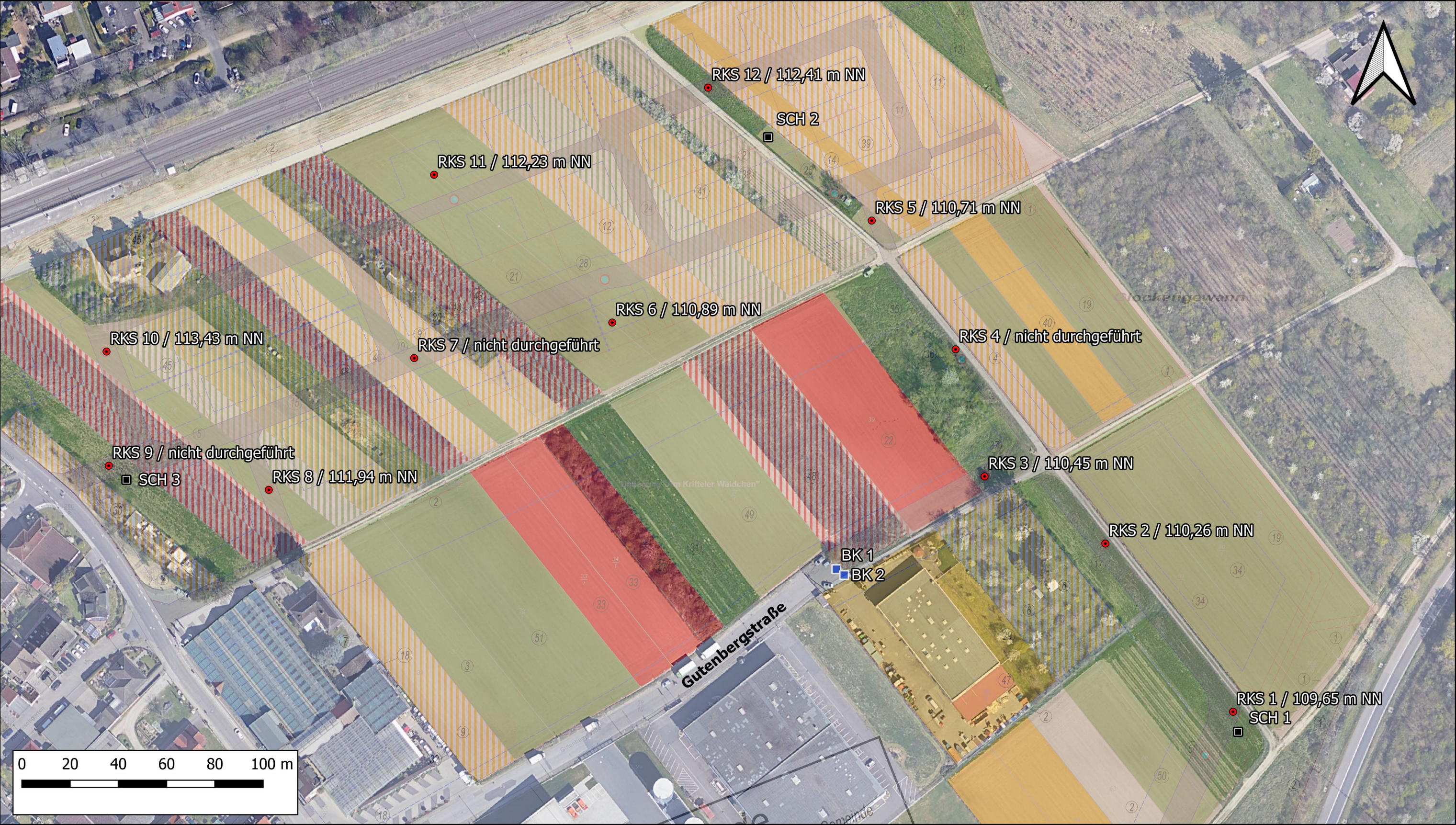
Die bgm baugrundberatung GmbH ist gerne bereit, beim weiteren Vorgehen beratend zur Seite zu stehen und fachliche Entscheidungshilfen zu geben.

Ober-Ramstadt, den 01.10.2021

Mathias Müssig
(Geschäftsführer)

ppa. Svenja Urban
M.Sc. Geowissenschaften
(Niederlassungsleiterin)

Sara Borm
M.Sc. Geowissenschaften
(Projektleiterin)



Legende:

- Baggerschürfe (SCH)
- Rammkernsondierungen (RKS)
- Kernbohrungen (BK)

Google Satellite

Auftraggeber:
Hessische Landgesellschaft mbH
Wilhelmshöher Allee 157-159
34121 Kassel

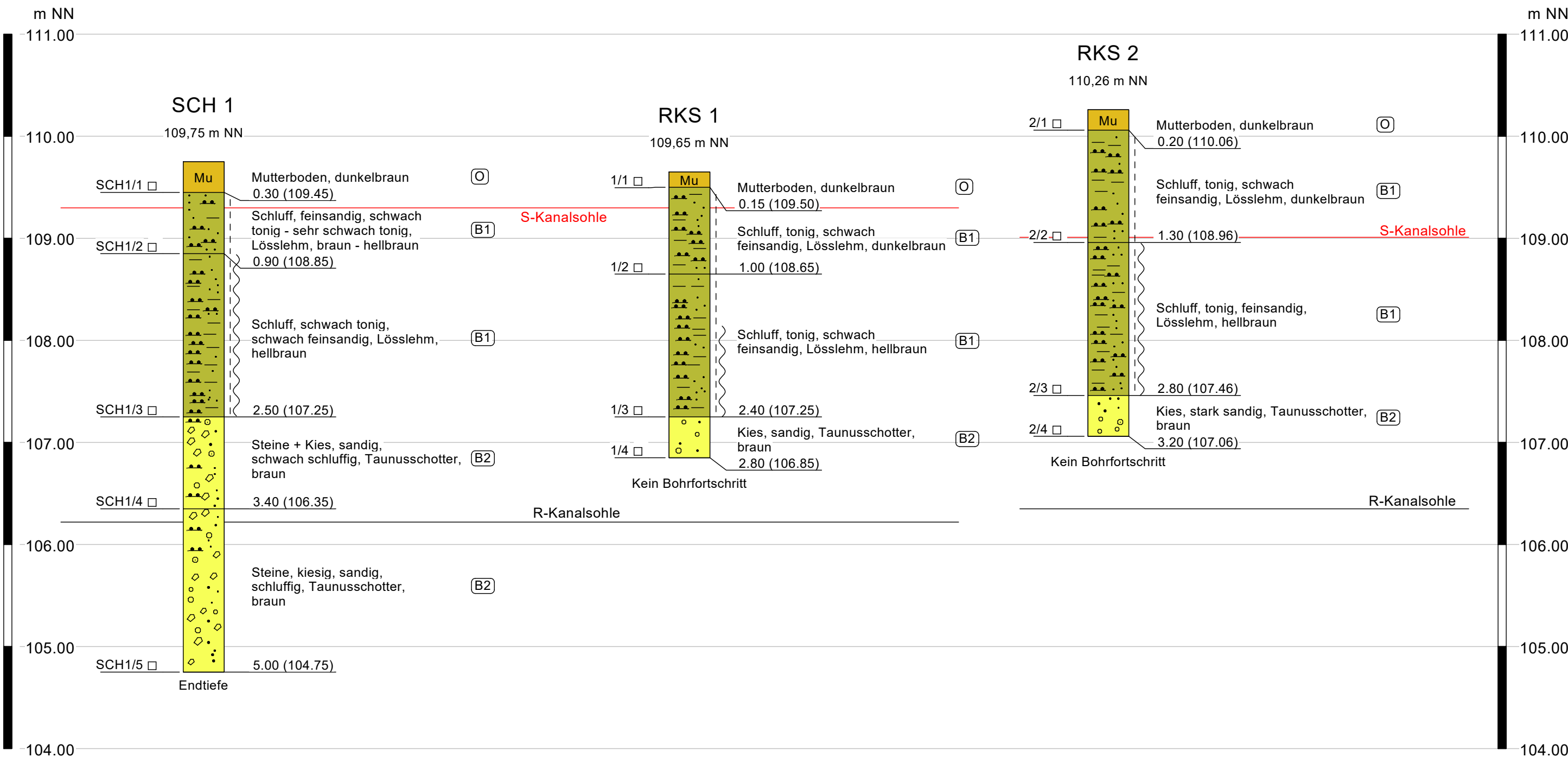
Bauvorhaben:
Erschließung Baugebiet
Am Krifteler Wäldchen
Kriftel

Planverfasser:	Borm
gezeichnet:	Borm
Zeichnung:	Lageplan
Maßstab:	1 : 1.500 (A3)
Datum:	09.09.2021
Projektnummer:	21-384OR
Anlage:	1



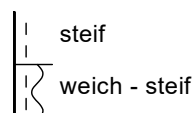
bgm
baugrundberatung

bgm baugrundberatung GmbH
Hundertwasserallee 7
64372 Ober-Ramstadt



Legende

A1, B1... = Homogenbereiche



Auffüllung



Mutterboden



Schluff



Kies

bgm baugrundberatung GmbH

Hundertwasserallee 7, D-64372 Ober-Ramstadt

Tel.: 0 61 54 / 40 93 00



baugrundberatung

Projekt: Erschließung Baugebiet

Am Krifteler Wäldchen

Kriftel

Baugrund-/ Abfalluntersuchung

Auftraggeber:

Hessische Landgesellschaft mbH

Wilhelmshöher Allee 157-159

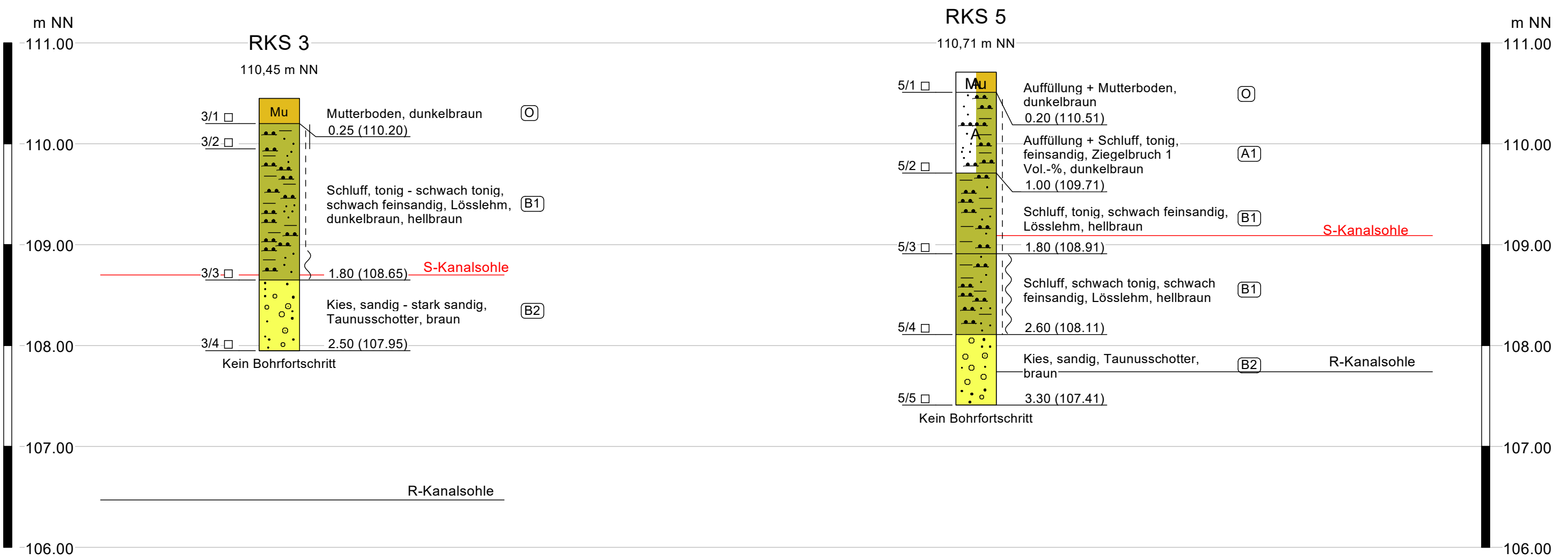
34121 Kassel

Zeichnerische Darstellung der Bohrprofile gem. DIN 4023

Maßstab d. Höhe:
1 : 40

Projekt-Nr.:
21-384OR

Anlage-Nr.:
2.1



Legende

steif - halbfest

steif

weich - steif

weich

A

Auffüllung

Mu

Mutterboden

Kies

Schluff

A1, B1... = Homogenbereiche

bgm baugrundberatung GmbH
Hundertwasserallee 7, D-64372 Ober-Ramstadt
Tel.: 0 61 54 / 40 93 00

bgm
baugrundberatung

Projekt: Erschließung Baugebiet
Am Krifteler Wäldchen
Kriftel
Baugrund-/ Abfalluntersuchung

Auftraggeber: Hessische Landgesellschaft mbH
Wilhelmshöher Allee 157-159

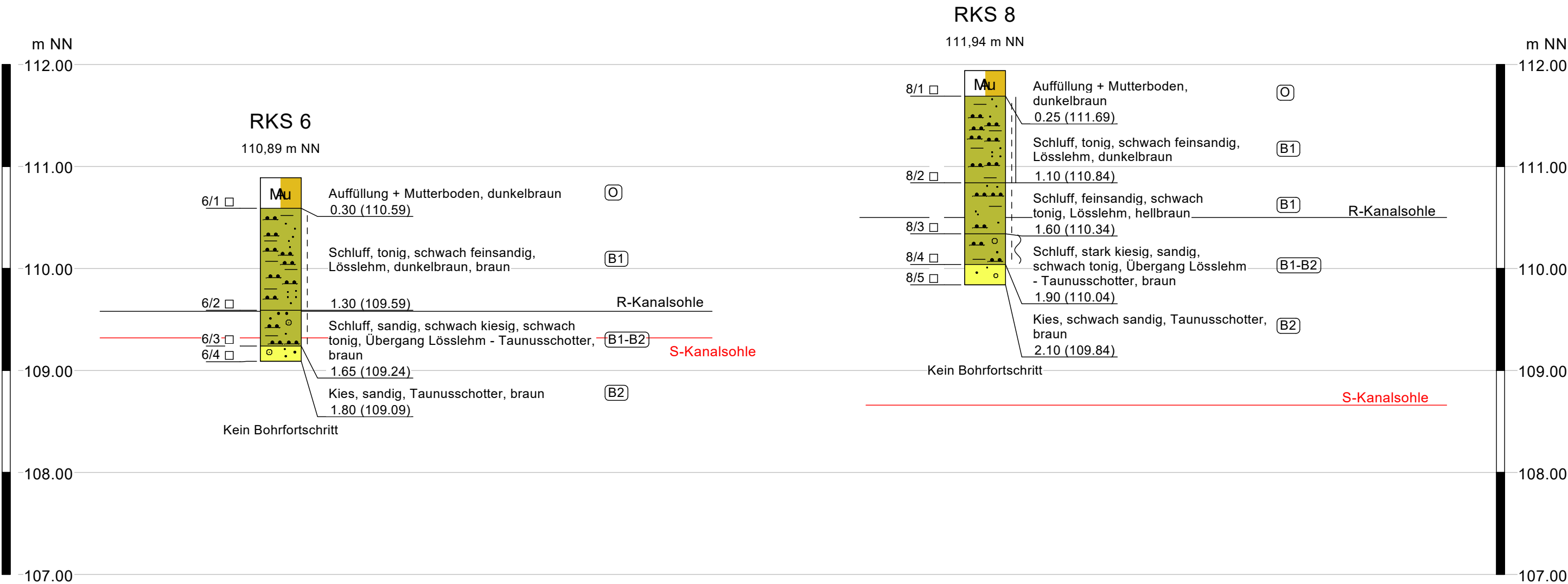
34121 Kassel

Zeichnerische Darstellung der Bohrprofile gem. DIN 4023

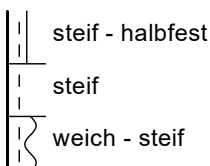
Maßstab d. Höhe:
1 : 40

Projekt-Nr.:
21-384OR

Anlage-Nr.:
2.2



Legende



A1, B1... = Homogenbereiche



Auffüllung



Mutterboden



Kies



Schluff

bgm baugrundberatung GmbH

Hundertwasserallee 7, D-64372 Ober-Ramstadt
Tel.: 0 61 54 / 40 93 00



Projekt: Erschließung Baugebiet
Am Krifteler Wäldchen
Kriftel
Baugrund-/ Abfalluntersuchung

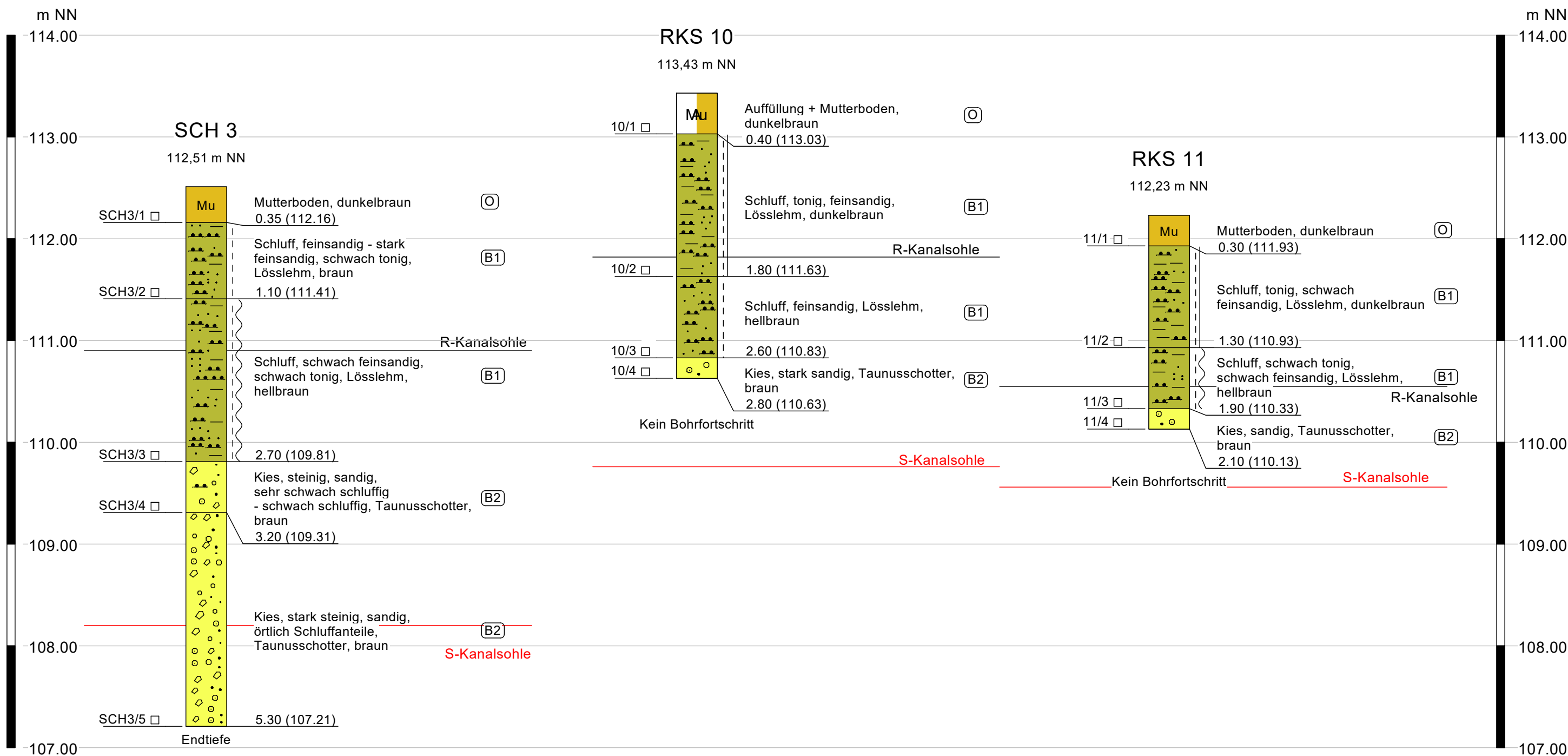
Auftraggeber: Hessische Landgesellschaft mbH
Wilhelmshöher Allee 157-159
34121 Kassel

Zeichnerische Darstellung der Bohrprofile gem. DIN 4023

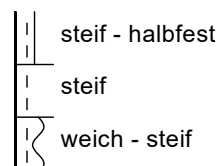
Maßstab d. Höhe:
1 : 40

Projekt-Nr.:
21-384OR

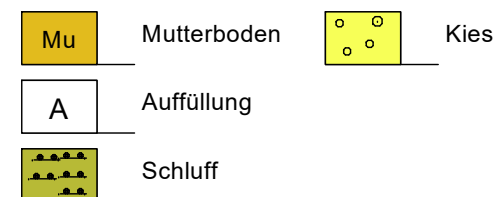
Anlage-Nr.:
2.3



Legende



A1, B1... = Homogenbereiche



bgm baugrundberatung GmbH

Hundertwasserallee 7, D-64372 Ober-Ramstadt
Tel.: 0 61 54 / 40 93 00



Projekt: Erschließung Baugebiet
Am Krifteler Wäldchen
Kriftel
Baugrund-/ Abfalluntersuchung

Auftraggeber: Hessische Landgesellschaft mbH
Wilhelmshöher Allee 157-159

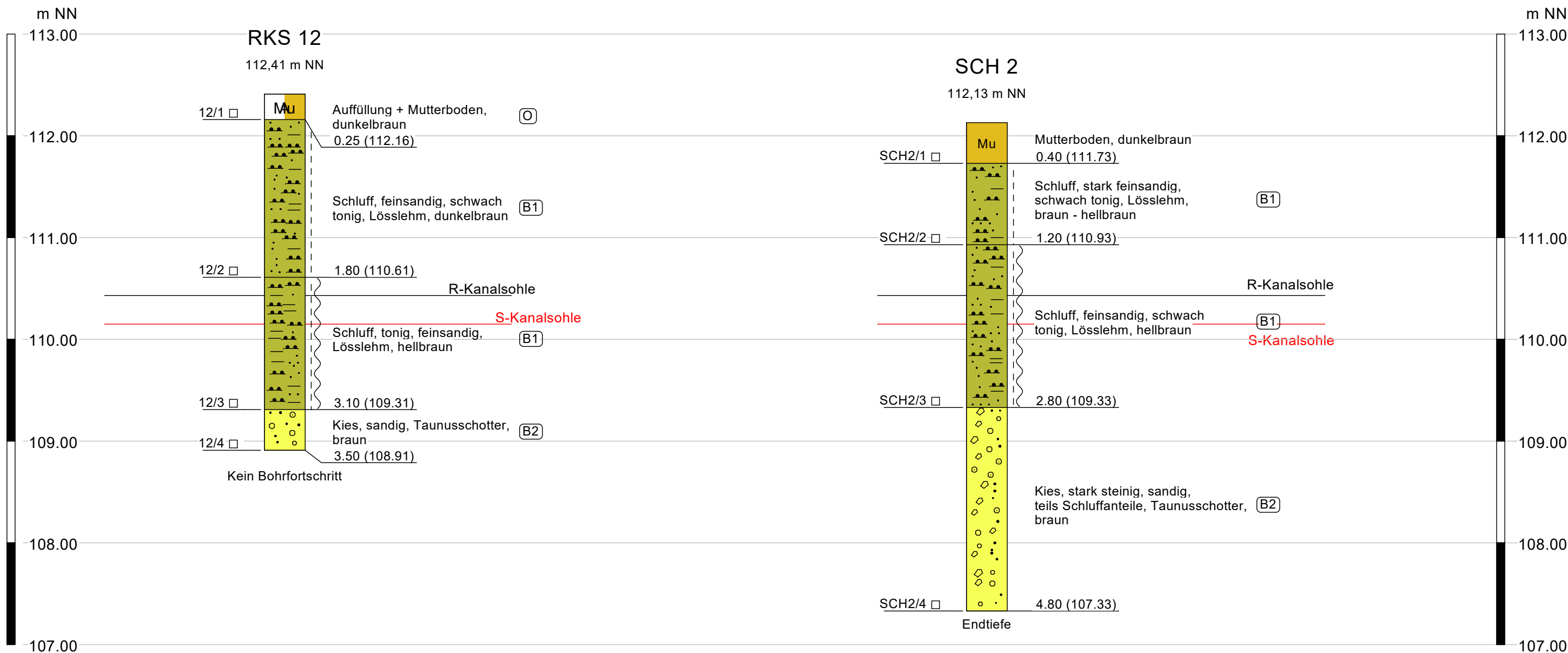
34121 Kassel

Zeichnerische Darstellung der Bohrprofile gem. DIN 4023

Maßstab d. Höhe:
1 : 40

Projekt-Nr.:
21-384OR

Anlage-Nr.:
2.4



Legende

steif

weich - steif

A

Mu

Auffüllung

Mutterboden

Schluff

A1, B1... = Homogenbereiche

Kies

bgm baugrundberatung GmbH
Hundertwasserallee 7, D-64372 Ober-Ramstadt
Tel.: 0 61 54 / 40 93 00

Projekt: Erschließung Baugebiet
Am Krifteler Wäldchen
Kriftel
Baugrund-/ Abfalluntersuchung

Auftraggeber: Hessische Landgesellschaft mbH
Wilhelmshöher Allee 157-159
34121 Kassel

Zeichnerische Darstellung der Bohrprofile gem. DIN 4023

Maßstab d. Höhe: 1 : 40

Projekt-Nr.: 21-384OR

Anlage-Nr.: 2.5

Hundertwasserallee 7 D-64372 Ober-Ramstadt Tel.: 06154 / 409 30-0 www.bgm-ober-ramstadt.de info@bgm-ober-ramstadt.de		Projekt-Nr. 21-384OR	Probenbezeichnung MP 1		Anlage 3.1
Projektbezeichnung NBG Am Krifteler Wäldchen, Kriftel		Datum: 19.07.+ 07.09.2021			
Auftraggeber Hessische Landgesellschaft mbH, Wilhelmshöher Allee 157-159, 34121 Kassel					
Probennahmeort NBG Am Krifteler Wäldchen, Kriftel					
Probennahmestelle Tiefe RKS 1, 2, 3, 5, 12 + SCH 1, 2		0,15 - 3,10 m			
Beschreibung der Probe Lösslehm, untergeordnet anthropogen (Schluff, feinsandig, tonig)					
Art der Abdeckung ☒ ohne ☐ Folie ☐ Halle ☐					
Art der Lagerung / Volumen ☐ Miete/ Haufwerk ☒ Sondierung ☒ Schurf ☐ m³ ☐ t					
Lagerungsdauer / Einflüsse unbekannt		Witterung, Landwirtschaft			
Probennahmeverfahren in-situ mittels Kleinrammbohrung					
Probennahmegerät ☐ Schaufel ☐ Bohrstock ☒ RKS ☐ Spaten ☒ Bagger ☐ Edelstahlkelle					
Probennahmebehälter ☒ PE ☐ Glas ☐ Headspace					
Anzahl ... Einzelproben: 15 Mischproben: 7 Laborprobe: 1					
Probenvorbereitung ☐ Fraktionierendes Schaufeln ☐ Probenkreuz ☒ Homogenisieren ☐					
Fremdbestandteile (Vol-% der Gesamtprobe) Ziegel ~ 1 % ~ % ~ % ~ % ~ % ~ % ~ % ~ %					
Schadstoffverdacht ---					
Größtkorn [mm] ☒ ≤ 2 (1 l Probe) ☐ ≤ 20 (2 l Probe) ☐ ≤ 50 (4 l Probe) ☐ ≤ 120 (10 l Probe)					
Farbe / Geruch brauntöne		unauffällig			
Homogenität / Untersuchung ☒ ja ☐ nein		Organoleptik			
Probentransport u. Lagerung ☒ kühl ☒ dunkel ☒ trocken ☐					
Lageplan / Profile / Fotodoku Anlage 1		Anlage 2		---	
Bemerkungen Probennr.: SCH1/2, SCH 1/3, SCH2/2, SCH2/3, 1/2, 1/3, 2/2, 2/3, 3/2, 3/3, 5/2, 5/3, 5/4, 12/2, 12/3					
Untersuchungsstelle Dr. Döring Laboratorien GmbH // Prüfbericht Nr. 130921086					
Probennehmer / Anwesende Urban, Borm					
Kriftel, 07.09.2021					
Ort, Datum		Unterschrift des Probennehmers			

Hundertwasserallee 7 D-64372 Ober-Ramstadt Tel.: 06154 / 409 30-0 www.bgm-ober-ramstadt.de info@bgm-ober-ramstadt.de	Projekt-Nr. 21-384OR	Probenbezeichnung MP 2		Anlage 3.2
Projektbezeichnung	NBG Am Krifteler Wäldchen, Kriftel		Datum: 19.07.+ 07.09.2021	
Auftraggeber	Hessische Landgesellschaft mbH, Wilhelmshöher Allee 157-159, 34121 Kassel			
Probennahmeort	NBG Am Krifteler Wäldchen, Kriftel			
Probennahmestelle Tiefe	RKS 6, 8, 10, 11 + SCH 3		0,25 - 2,70 m	
Beschreibung der Probe	Lösslehm (Schluff, feinsandig, tonig)			
Art der Abdeckung	☒ ohne ☐ Folie ☐ Halle ☐			
Art der Lagerung / Volumen	☐ Miete/ Haufwerk ☒ Sondierung ☒ Schurf ☐ m ³ ☐ t			
Lagerungsdauer / Einflüsse	unbekannt		Witterung, Landwirtschaft	
Probennahmeverfahren	in-situ mittels Kleinrammbohrung			
Probennahmegerät	☐ Schaufel ☐ Bohrstock ☒ RKS ☐ Spaten ☒ Bagger ☐ Edelstahlkelle ☐			
Probennahmebehälter	☒ PE ☐ Glas ☐ Headspace ☐			
Anzahl ...	Einzelproben: 11	Mischproben: 5	Laborprobe: 1	
	Einzelprobe je Mischprobe: 2-3		Sonderprobe:	
Probenvorbereitung	☐ Fraktionierendes Schaufeln ☐ Probenkreuz ☒ Homogenisieren ☐			
Fremdbestandteile (Vol-% der Gesamtprobe)	~ %	~ %	~ %	~ %
Schadstoffverdacht	---			
Größtkorn [mm]	☒ ≤ 2 (1 Probe) ☐ ≤ 20 (2 Probe) ☐ ≤ 50 (4 Probe) ☐ ≤ 120 (10 Probe)			
Farbe / Geruch	brauntöne		unauffällig	
Homogenität / Untersuchung	☒ ja ☐ nein		Organoleptik	
Probentransport u. Lagerung	☒ kühl ☒ dunkel ☒ trocken ☐			
Lageplan / Profile / Fotodoku	Anlage 1		Anlage 2	
Bemerkungen	Probennr.: 6/2, 6/3, 8/2, 8/3, 8/4, SCH3/2, SCH3/3, 10/2, 10/3, 11/2, 11/3			
Untersuchungsstelle	Dr. Döring Laboratorien GmbH // Prüfbericht Nr. 130921086			
Probennehmer / Anwesende	Urban, Borm			
Kriftel, 07.09.2021				
Ort, Datum		Unterschrift des Probennehmers		

Hundertwasserallee 7 D-64372 Ober-Ramstadt Tel.: 06154 / 409 30-0 www.bgm-ober-ramstadt.de info@bgm-ober-ramstadt.de	Projekt-Nr. 21-384OR	Probenbezeichnung MP 3		Anlage 3.3	
Projektbezeichnung	NBG Am Krifteler Wäldchen, Kriftel			Datum: 19.07.+ 07.09.2021	
Auftraggeber	Hessische Landgesellschaft mbH, Wilhelmshöher Allee 157-159, 34121 Kassel				
Probennahmeort	NBG Am Krifteler Wäldchen, Kriftel				
Probennahmestelle Tiefe	RKS 1, 2, 3, 5, 12 + SCH 1, 2		1,80 - 5,00 m		
Beschreibung der Probe	Taubusschotter (Steine, Kies, sandig, teils schluffig)				
Art der Abdeckung	☒ ohne ☐ Folie ☐ Halle ☐				
Art der Lagerung / Volumen	☐ Miete/ Haufwerk ☒ Sondierung ☒ Schurf ☐ m³ ☐ t				
Lagerungsdauer / Einflüsse	unbekannt		Witterung		
Probennahmeverfahren	in-situ mittels Kleinrammbohrung				
Probennahmegerät	☐ Schaufel ☐ Bohrstock ☒ RKS ☐ ☐ Spaten ☒ Bagger ☐ Edelstahlkelle				
Probennahmebehälter	☒ PE ☐ Glas ☐ Headspace ☐				
Anzahl ...	Einzelproben: 8		Mischproben: 7		Laborprobe: 1
	Einzelprobe je Mischprobe:		1-2		Sonderprobe:
Probenvorbereitung	☒ Fraktionierendes Schaufeln ☐ Probenkreuz ☐ Homogenisieren ☐				
Fremdbestandteile (Vol-% der Gesamtprobe)	~ %	~ %	~ %	~ %	~ %
Schadstoffverdacht	---				
Größtkorn [mm]	☐ ≤ 2 (1 l Probe) ☐ ≤ 20 (2 l Probe) ☐ ≤ 50 (4 l Probe) ☒ ≤ 120 (10 l Probe)				
Farbe / Geruch	brauntöne		unauffällig		
Homogenität / Untersuchung	☒ ja ☐ nein		Organoleptik		
Probentransport u. Lagerung	☒ kühl ☒ dunkel ☒ trocken ☐				
Lageplan / Profile / Fotodoku	Anlage 1		Anlage 2		---
Bemerkungen	Probennr.: SCH1/4, SCH1/5, 1/4, 2/4, 3/4, 5/5, 12/4, SCH 2/4				
Untersuchungsstelle	Dr. Döring Laboratorien GmbH // Prüfbericht Nr. 130921086				
Probennehmer / Anwesende	Urban, Borm				
Kriftel, 07.09.2021		 Unterschrift des Probennehmers			
Ort, Datum					

Hundertwasserallee 7 D-64372 Ober-Ramstadt Tel.: 06154 / 409 30-0 www.bgm-ober-ramstadt.de info@bgm-ober-ramstadt.de	<u>Projekt-Nr.</u> 21-384OR	<u>Probenbezeichnung</u> MP 4	<u>Anlage</u> 3.4
Projektbezeichnung	NBG Am Krifteler Wäldchen, Kriftel		Datum: 19.07.+ 07.09.2021
Auftraggeber	Hessische Landgesellschaft mbH, Wilhelmshöher Allee 157-159, 34121 Kassel		
Probennahmeort	NBG Am Krifteler Wäldchen, Kriftel		
Probennahmestelle Tiefe	RKS 6, 8, 10, 11 + SCH 3	1,65 - 5,30 m	
Beschreibung der Probe	Taubusschotter (Steine, Kies, sandig, teils schluffig)		
Art der Abdeckung	☒ ohne ☐ Folie ☐ Halle ☐		
Art der Lagerung / Volumen	☐ Miete/ Haufwerk ☒ Sondierung ☒ Schurf	m ³	t
Lagerungsdauer / Einflüsse	unbekannt	Witterung	
Probennahmeverfahren	in-situ mittels Kleinrammbohrung		
Probennahmegerät	☐ Schaufel ☐ Bohrstock ☒ RKS ☐ ☐ Spaten ☒ Bagger ☐ Edelstahlkelle		
Probennahmebehälter	☒ PE ☐ Glas ☐ Headspace ☐		
Anzahl ...	Einzelproben: 6	Mischproben: 5	Laborprobe: 1
Probenvorbereitung	☒ Fraktionierendes Schaufeln ☐ Probenkreuz ☐ Homogenisieren ☐		
Fremdbestandteile (Vol-% der Gesamtprobe)	~ %	~ %	~ %
Schadstoffverdacht	---		
Größtkorn [mm]	☐ ≤ 2 (1 Probe) ☐ ≤ 20 (2 Probe) ☐ ≤ 50 (4 Probe) ☒ ≤ 120 (10 Probe)		
Farbe / Geruch	brauntöne		unauffällig
Homogenität / Untersuchung	☒ ja ☐ nein		Organoleptik
Probentransport u. Lagerung	☒ kühl ☒ dunkel ☒ trocken ☐		
Lageplan / Profile / Fotodoku	Anlage 1	Anlage 2	---
Bemerkungen	Probennr.: 6/4, 8/5, SCH3/4, SCH3/5, 10/4, 11/4		
Untersuchungsstelle	Dr. Döring Laboratorien GmbH // Prüfbericht Nr. 130921086		
Probennehmer / Anwesende	Urban, Borm		
Kriftel, 07.09.2021			
Ort, Datum		Unterschrift des Probennehmers	

Laboratorien Dr. Döring Haferwende 21 28357 Bremen

bgm Baugrundberatung GmbH
Beethovenstraße 37a

35410 HUNGEN

17. September 2021

PRÜFBERICHT 130921086

Auftragsnr. Auftraggeber: 21-384OR, Frau Borm
Projektbezeichnung: Kriftel, Am Krifteler Wäldchen
Probenahme: durch Auftraggeber am 07.09.2021
Probentransport: durch Laboratorien Dr. Döring GmbH am 10.09.2021
Probeneingang: 11.09.2021
Prüfzeitraum: 13.09.2021 – 17.09.2021
Probennummer: 155686 - 155691 / 21
Probenmaterial: Boden, Boden/Steine, Asphalt
Verpackung: PE-Beutel
Bemerkungen: -
Sonstiges: Der Messfehler dieser Prüfungen befindet sich im üblichen Rahmen. Näheres teilen wir Ihnen auf Anfrage gerne mit. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angegebenen Prüfgegenstände. Eine auszugsweise Vervielfältigung dieses Prüfberichts bedarf der schriftlichen Genehmigung durch die Laboratorien Dr. Döring GmbH.
Analysenbefunde: Seite 3 - 6
Messverfahren: Seite 2
Qualitätskontrolle:

M. Sc. Farzin Mostaghimi
(Projektleiter)

Dr. Joachim Döring
(Geschäftsführer)

Probenvorbereitung:

DIN 19747: 2009-07

Messverfahren:	Trockenmasse	DIN EN 14346: 2007-03
	Glühverlust	DIN EN 15169: 2007-05
	TOC (F)	DIN EN 15936: 2012-11
	extrahierbare lipophile Stoffe (F)	LAGA KW/04: 2019-04
	Kohlenwasserstoffe (GC;F)	DIN EN 14039: 2005-1: i.V. mit LAGA KW/04: 2019-04
	Cyanide (F)	DIN ISO 11262: 2012-04
	EOX (F)	DIN 38414-17 (S17): 2017-01
	Aufschluss	DIN EN 13657: 2003-01
	Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01
	Blei	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01
	Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01
	Chrom	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01
	Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01
	Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01
	Quecksilber	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08
	Thallium	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01
	Zink	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01
	PCB (F)	DIN EN 15308: 2016-12
	PAK (F)	DIN ISO 18287: 2006-05
	BTEX (F)	DIN EN ISO 22155: 2016-07
	LHKW (F)	DIN EN ISO 22155: 2016-07
	Eluat	DIN EN 12457-4: 2003-01
	pH-Wert (E)	DIN EN ISO 10523: 2012-04
	el. Leitfähigkeit (E)	DIN EN 27888 (C8): 1993-11
	Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	DIN EN 15216: 2008-01
	Phenol-Index (E)	DIN 38409-16 (H16): 1984-06
	Cyanide, gesamt (E)	DIN 38405-13 (D13): 2011-04
	Cyanide, leicht freisetzbar (E)	DIN 38405-13 (D13): 2011-04
	DOC	DIN EN 1484 (H3): 2019-04
	Chlorid (E)	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07
	Sulfat (E)	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07
	Fluorid (E)	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07
	Barium	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01
	Molybdän	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01
	Antimon	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01
	Selen	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01
	Trogluat	RuVA-StB 01: 2005

Labornummer	155686	155687	155688	155689
Probenbezeichnung	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4
Dimension	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]
Trockenmasse [%]	81,6	84,3	97,5	96,3
Glühverlust [%]	3,3	3,0	2,2	1,8
TOC [%]	0,13	0,11	< 0,1	0,10
extrah. lipophile Stoffe [%]	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Kohlenwasserstoffe, n-C ₁₀₋₂₂	< 5	< 5	< 5	< 5
Kohlenwasserstoffe, n-C ₁₀₋₄₀	< 5	< 5	< 5	< 5
Cyanid, gesamt	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
EOX	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1
Arsen	14	12	15	17
Blei	19	16	21	22
Cadmium	0,2	0,1	0,1	< 0,1
Chrom	49	39	31	40
Kupfer	17	13	22	28
Nickel	35	28	54	48
Quecksilber	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Thallium	0,3	0,3	0,2	0,2
Zink	50	42	65	79
PCB 28	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 52	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 101	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 118	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 138	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 153	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 180	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Summe PCB (7 Kong.)	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Naphthalin	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Acenaphthylen	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Acenaphthen	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Fluoren	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Phenanthren	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Anthracen	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Fluoranthren	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Pyren	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Benzo(a)anthracen	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Chrysen	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Benzo(b)fluoranthren	< 0,001	< 0,001	0,001	< 0,001
Benzo(k)fluoranthren	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Benzo(a)pyren	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Dibenzo(a,h)anthracen	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Benzo(g,h,i)perylene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Summe PAK (EPA)	n.n.	n.n.	0,001	n.n.

Labornummer	155686	155687	155688	155689
Probenbezeichnung	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4
Dimension	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]
Benzol	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Toluol	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ethylbenzol	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Xylole	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Trimethylbenzole	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Styrol	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cumol	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe BTEX	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Vinylchlorid	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
1,1-Dichlorethen	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dichlormethan	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
1,2-trans-Dichlorethen	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
1,1-Dichlorethan	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
1,2-cis-Dichlorethen	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Tetrachlormethan	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
1,1,1-Trichlorethan	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Chloroform	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
1,2-Dichlorethan	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Trichlorethen	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dibrommethan	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Bromdichlormethan	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Tetrachlorethen	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
1,1,2-Trichlorethan	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dibromchlormethan	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Tribrommethan	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe LHKW	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

Labornummer	155686	155687	155688	155689
Probenbezeichnung	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4
Dimension	ELUAT [µg/L]	ELUAT [µg/L]	ELUAT [µg/L]	ELUAT [µg/L]
pH-Wert bei 20 °C	8,5	8,7	8,7	8,6
el. Leitfähigkeit [µS/cm] bei 25 °C	53	50	40	31
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen [mg/L]	< 100	< 100	< 100	< 100
Phenol-Index	< 10	< 10	< 10	< 10
Cyanid, gesamt	< 5	< 5	< 5	< 5
Cyanid, leicht freisetzbar	< 5	< 5	< 5	< 5
DOC	2.500	3.000	2.500	2.800
Chlorid	1.300	800	1.200	750
Sulfat	820	1.000	1.400	600
Fluorid	< 100	< 100	< 100	< 100
Arsen	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Blei	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Cadmium	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Chrom	< 0,3	< 0,3	< 0,3	0,4
Kupfer	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Nickel	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Quecksilber	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Thallium	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Zink	3,7	< 2,0	< 2,0	5,3
Barium	< 10	< 10	< 10	< 10
Molybdän	0,2	0,2	< 0,2	0,5
Antimon	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Selen	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0

Labornummer		155690	155691	
Probenbezeichnung		BK 1	BK 2	
Dimension		[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	
Trockenmasse [%]		97,4	99,5	
Naphthalin		< 0,01	< 0,01	
Acenaphthylen		< 0,01	< 0,01	
Acenaphthen		0,02	< 0,01	
Fluoren		0,04	0,01	
Phenanthren		0,22	0,24	
Anthracen		0,04	0,02	
Fluoranthren		0,63	0,08	
Pyren		0,55	0,11	
Benzo(a)anthracen		0,38	0,16	
Chrysen		0,28	0,16	
Benzo(b)fluoranthren		0,84	0,20	
Benzo(k)fluoranthren		0,11	0,03	
Benzo(a)pyren		0,40	0,07	
Indeno(1,2,3-cd)pyren		0,24	0,01	
Dibenzo(a,h)anthracen		0,05	0,03	
Benzo(g,h,i)perylene		0,49	0,07	
Summe PAK (EPA)		4,29	1,19	

Labornummer		155690	155691	
Probenbezeichnung		BK 1	BK 2	
Dimension		TROGELUAT [µg/L]	TROGELUAT [µg/L]	
Phenol-Index		< 10	< 10	

Projekt: Kriftel, Am Krifteler Wäldchen

Projekt-Nr.: 21-384OR

Datum: 17.09.2021

Parameter	LAGA - Zuordnungswerte					Probe / Messwert / Zuordnung / Gesamteinstufung				Erläuterungen:
	Bodenart: Schluff					MP 1	Z 0	MP 2	Z 0	
	Feststoff					Feststoff	Z 0	Feststoff	Z 0	
Einheit	Z 0	Z 0*	Z 1	Z 2						
Arsen (As)	mg/kg	15,0	15,0	45,0	150,0	14,0		12,0		
Blei (Pb)	mg/kg	70,0	140,0	210,0	700,0	19,0		16,0		
Cadmium (Cd)	mg/kg	1,0	1,0	3,0	10,0	0,2		0,1		
Chrom ges. (Cr)	mg/kg	60,0	120,0	180,0	600,0	49,0		39,0		
Kupfer (Cu)	mg/kg	40,0	80,0	120,0	400,0	17,0		13,0		
Nickel (Ni)	mg/kg	50,0	100,0	150,0	500,0	35,0		28,0		
Quecksilber (Hg)	mg/kg	0,5	1,0	1,5	5,0	n.n.		n.n.		
Thallium (Tl)	mg/kg	0,7	0,7	2,1	7,0	0,3		0,3		
Zink (Zn)	mg/kg	150,0	300,0	450,0	1500,0	50,0		42,0		
Cyanide, ges.	mg/kg	1,0		3,0	10,0	n.n.		n.n.		
TOC	Masse-%	0,5	0,5	1,5	5,0	0,13		0,11		
EOX	mg/kg	1,0	1,0	3,0	10,0	n.n.		n.n.		
KW C ₁₀ - C ₂₂ (GC)	mg/kg	100,0	200,0	300,0	1000,0	n.n.		n.n.		
KW C ₁₀ - C ₄₀ (GC)	mg/kg	100,0	400,0	600,0	2000,0	n.n.		n.n.		
Σ PAK	mg/kg	3,0	3,0	3,0	30,0	n.n.		n.n.		
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,3	0,6	0,9	3,0	n.n.		n.n.		
Σ PCB	mg/kg	0,05	0,1	0,15	0,5	n.n.		n.n.		
Σ BTEX - Aromate	mg/kg	1,0	1,0	1,0	1,0	n.n.		n.n.		
Σ LHKW	mg/kg	1,0	1,0	1,0	1,0	n.n.		n.n.		
Eluat						Eluat	Z 0	Eluat	Z 0	
		Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2					
pH-Wert	-	6,5-9	6,5-9	6,0-12	5,5-12	8,5		8,7		
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	500,0	500,0	1000,0	1500,0	53,0		50,0		
Chlorid	mg/l	10,0	10,0	20,0	30,0	1,3		0,8		
Sulfat	mg/l	50,0	50,0	100,0	150,0	0,82		1,0		
Arsen (As)	mg/l	0,01	0,01	0,04	0,06	n.n.		n.n.		
Blei (Pb)	mg/l	0,02	0,04	0,1	0,2	n.n.		n.n.		
Cadmium (Cd)	mg/l	0,002	0,002	0,005	0,01	n.n.		n.n.		
Chrom ges. (Cr)	mg/l	0,015	0,03	0,075	0,15	n.n.		n.n.		
Kupfer (Cu)	mg/l	0,05	0,05	0,15	0,3	n.n.		n.n.		
Nickel (Ni)	mg/l	0,04	0,05	0,15	0,2	n.n.		n.n.		
Quecksilber (Hg)	mg/l	0,0002	0,0002	0,001	0,002	n.n.		n.n.		
Thallium (Tl)	mg/l	0,001	0,001	0,003	0,005	n.n.		n.n.		
Zink (Zn)	mg/l	0,1	0,1	0,3	0,6	0,0037		n.n.		
Cyanid (gesamt)	mg/l	0,01	0,01	0,05	0,1	n.n.		n.n.		
Phenol-Index	mg/l	0,01	0,01	0,05	0,1	n.n.		n.n.		

n.n. = nicht nachgewiesen
n.a. = nicht analysiert
n.b. = nicht berechnet

Projekt: Kriftel, Am Krifteler Wäldchen

Projekt-Nr.: 21-384OR

Datum: 17.09.2021

Parameter	Einheit	Deponieklassen nach DepV, Tabelle 2				Probe / Messwert / Zuordnung / Gesamteinstufung				Erläuterungen: n.n. = nicht nachgewiesen n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht berechnet *) kann gleichwertig angewendet werden
						MP 1	DK 0	MP 2	DK 0	
		DK 0	DK I	DK II	DK III					
Feststoff										
TOC ^{*)}	M-%	1,0	1,0	3,0	6,0	0,13		0,11		
Glühverlust ^{*)}	M-%	3,0	3,0	5,0	10,0	3,3	(DK II)	3,0		
Lipophile Stoffe	M-%	0,1	0,4	0,8	4,0	n.n.		n.n.		
Σ BTEX - Aromate	mg/kg	6,0				n.n.		n.n.		
Σ PCB	mg/kg	1,0				n.n.		n.n.		
KW C10 - C40 (GC)	mg/kg	500,0				n.n.		n.n.		
Σ PAK	mg/kg	30,0				n.n.		n.n.		
Eluat										
pH-Wert		5,5-13	5,5-13	5,5-13	4,0-13	8,5		8,7		
gelöste Feststoffe, ges.	mg/l	400,0	3000,0	6000,0	10000,0	n.n.		n.n.		
DOC	mg/l	50,0	50,0	80,0	100,0	2,5		3,0		
Phenole	mg/l	0,1	0,2	50,0	100,0	n.n.		n.n.		
Arsen (As)	mg/l	0,05	0,2	0,2	2,5	n.n.		n.n.		
Blei (Pb)	mg/l	0,05	0,2	1,0	5,0	n.n.		n.n.		
Cadmium (Cd)	mg/l	0,004	0,05	0,1	0,5	n.n.		n.n.		
Kupfer (Cu)	mg/l	0,2	1,0	5,0	10,0	n.n.		n.n.		
Nickel (Ni)	mg/l	0,04	0,2	1,0	4,0	n.n.		n.n.		
Quecksilber (Hg)	mg/l	0,001	0,005	0,02	0,2	n.n.		n.n.		
Zink (Zn)	mg/l	0,4	2,0	5,0	20,0	0,0037		n.n.		
Fluorid (F)	mg/l	1,0	5,0	15,0	50,0	n.n.		n.n.		
Cyanide, leicht freisetzb	mg/l	0,01	0,1	0,5	1,0	n.n.		n.n.		
Barium (Ba)	mg/l	2,0	5,0	10,0	30,0	n.n.		n.n.		
Chrom ges. (Cr)	mg/l	0,05	0,3	1,0	7,0	n.n.		n.n.		
Molybdän (Mo)	mg/l	0,05	0,3	1,0	3,0	0,0002		0,0002		
Antimon (Sb)	mg/l	0,006	0,03	0,07	0,5	n.n.		n.n.		
Selen (Se)	mg/l	0,01	0,03	0,05	0,7	n.n.		n.n.		
Chlorid	mg/l	80,0	1500,0	1500,0	2500,0	1,3		0,8		
Sulfat	mg/l	100,0	2000,0	2000,0	5000,0	0,82		1,0		

Hundertwasserallee 7
D-64372 Ober-Ramstadt
Tel.: 06154 / 409 300
www.bgm-ober-ramstadt.de
info@bgm-ober-ramstadt.de

b

bgm baugrundberatung GmbH

bgm baugrundberatung GmbH
Hundertwasserallee 7
D-64372 Ober-Ramstadt
Tel.: 06154 / 409 300
www.bgm-ober-ramstadt.de
info@bgm-ober-ramstadt.de

bgm
baugrundberatung

Anlage: 5.2

Projekt: Kriftel, Am Krifteler Wäldchen

Projekt-Nr.: 21-384OR

Datum: 17.09.2021

Parameter	LAGA - Zuordnungswerte					Probe / Messwert / Zuordnung / Gesamteinstufung				Erläuterungen:
	Bodenart: Sand					MP 3	Z 0*	MP 4	Z 1	
	Feststoff					Feststoff	Z 0*	Feststoff	Z 1	
Einheit	Z 0	Z 0*	Z 1	Z 2						
Arsen (As)	mg/kg	10,0	15,0	45,0	150,0	12,0	Z 0*	17,0	Z 1	n.n. = nicht nachgewiesen n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht berechnet für Ton Z 0*-Grenzwert = 20 mg/kg
Blei (Pb)	mg/kg	40,0	140,0	210,0	700,0	16,0		22,0		
Cadmium (Cd)	mg/kg	0,4	1,0	3,0	10,0	0,1		n.n.		
Chrom ges. (Cr)	mg/kg	30,0	120,0	180,0	600,0	39,0	Z 0*	40,0	Z 0*	
Kupfer (Cu)	mg/kg	20,0	80,0	120,0	400,0	13,0		28,0	Z 0*	
Nickel (Ni)	mg/kg	15,0	100,0	150,0	500,0	28,0	Z 0*	48,0	Z 0*	
Quecksilber (Hg)	mg/kg	0,1	1,0	1,5	5,0	n.n.		n.n.		
Thallium (Tl)	mg/kg	0,4	0,7	2,1	7,0	0,3		0,2		
Zink (Zn)	mg/kg	60,0	300,0	450,0	1500,0	42,0		79,0	Z 0*	
Cyanide, ges.	mg/kg	1,0		3,0	10,0	n.n.		n.n.		
TOC	Masse-%	0,5	0,5	1,5	5,0	0,11		0,1		
EOX	mg/kg	1,0	1,0	3,0	10,0	n.n.		0,1		
KW C ₁₀ - C ₂₂ (GC)	mg/kg	100,0	200,0	300,0	1000,0	n.n.		n.n.		
KW C ₁₀ - C ₄₀ (GC)	mg/kg	100,0	400,0	600,0	2000,0	n.n.		n.n.		
Σ PAK	mg/kg	3,0	3,0	3,0	30,0	n.n.		n.n.		
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,3	0,6	0,9	3,0	n.n.		n.n.		
Σ PCB	mg/kg	0,05	0,1	0,15	0,5	n.n.		n.n.		
Σ BTEX - Aromate	mg/kg	1,0	1,0	1,0	1,0	n.n.		n.n.		
Σ LHKW	mg/kg	1,0	1,0	1,0	1,0	n.n.		n.n.		
Eluat										
		Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Eluat	Z 0	Eluat	Z 0	
pH-Wert	-	6,5-9	6,5-9	6,0-12	5,5-12	8,7		8,6		
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	500,0	500,0	1000,0	1500,0	50,0		31,0		
Chlorid	mg/l	10,0	10,0	20,0	30,0	0,8		0,75		
Sulfat	mg/l	50,0	50,0	100,0	150,0	1,0		0,6		
Arsen (As)	mg/l	0,01	0,01	0,04	0,06	n.n.		n.n.		
Blei (Pb)	mg/l	0,02	0,04	0,1	0,2	n.n.		n.n.		
Cadmium (Cd)	mg/l	0,002	0,002	0,005	0,01	n.n.		n.n.		
Chrom ges. (Cr)	mg/l	0,015	0,03	0,075	0,15	n.n.		0,0004		
Kupfer (Cu)	mg/l	0,05	0,05	0,15	0,3	n.n.		n.n.		
Nickel (Ni)	mg/l	0,04	0,05	0,15	0,2	n.n.		n.n.		
Quecksilber (Hg)	mg/l	0,0002	0,0002	0,001	0,002	n.n.		n.n.		
Thallium (Tl)	mg/l	0,001	0,001	0,003	0,005	n.n.		n.n.		
Zink (Zn)	mg/l	0,1	0,1	0,3	0,6	n.n.		0,0053		
Cyanid (gesamt)	mg/l	0,01	0,01	0,05	0,1	n.n.		n.n.		
Phenol-Index	mg/l	0,01	0,01	0,05	0,1	n.n.		n.n.		

Projekt: Kriftel, Am Krifteler Wäldchen

Projekt-Nr.: 21-384OR

Datum: 17.09.2021

Parameter	Einheit	Deponieklassen nach DepV, Tabelle 2				Probe / Messwert / Zuordnung / Gesamteinstufung				Erläuterungen: n.n. = nicht nachgewiesen n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht berechnet
						MP 3	DK 0	MP 4	DK 0	
		DK 0	DK I	DK II	DK III					
Feststoff										*) kann gleichwertig angewendet werden
TOC ^{*)}	M-%	1,0	1,0	3,0	6,0	0,11		0,1		
Glühverlust ^{*)}	M-%	3,0	3,0	5,0	10,0	3,0		1,8		
Lipophile Stoffe	M-%	0,1	0,4	0,8	4,0	n.n.		n.n.		
Σ BTEX - Aromate	mg/kg	6,0				n.n.		n.n.		
Σ PCB	mg/kg	1,0				n.n.		n.n.		
KW C10 - C40 (GC)	mg/kg	500,0				n.n.		n.n.		
Σ PAK	mg/kg	30,0				n.n.		n.n.		
Eluat										
pH-Wert		5,5-13	5,5-13	5,5-13	4,0-13	8,7		8,6		
gelöste Feststoffe, ges.	mg/l	400,0	3000,0	6000,0	10000,0	n.n.		n.n.		
DOC	mg/l	50,0	50,0	80,0	100,0	3,0		2,8		
Phenole	mg/l	0,1	0,2	50,0	100,0	n.n.		n.n.		
Arsen (As)	mg/l	0,05	0,2	0,2	2,5	n.n.		n.n.		
Blei (Pb)	mg/l	0,05	0,2	1,0	5,0	n.n.		n.n.		
Cadmium (Cd)	mg/l	0,004	0,05	0,1	0,5	n.n.		n.n.		
Kupfer (Cu)	mg/l	0,2	1,0	5,0	10,0	n.n.		n.n.		
Nickel (Ni)	mg/l	0,04	0,2	1,0	4,0	n.n.		n.n.		
Quecksilber (Hg)	mg/l	0,001	0,005	0,02	0,2	n.n.		n.n.		
Zink (Zn)	mg/l	0,4	2,0	5,0	20,0	n.n.		0,0053		
Fluorid (F)	mg/l	1,0	5,0	15,0	50,0	n.n.		n.n.		
Cyanide, leicht freisetzb	mg/l	0,01	0,1	0,5	1,0	n.n.		n.n.		
Barium (Ba)	mg/l	2,0	5,0	10,0	30,0	n.n.		n.n.		
Chrom ges. (Cr)	mg/l	0,05	0,3	1,0	7,0	n.n.		0,0004		
Molybdän (Mo)	mg/l	0,05	0,3	1,0	3,0	0,0002		0,0005		
Antimon (Sb)	mg/l	0,006	0,03	0,07	0,5	n.n.		n.n.		
Selen (Se)	mg/l	0,01	0,03	0,05	0,7	n.n.		n.n.		
Chlorid	mg/l	80,0	1500,0	1500,0	2500,0	0,8		0,75		
Sulfat	mg/l	100,0	2000,0	2000,0	5000,0	1,0		0,6		

bgm baugrundberatung GmbH

Hundertwasserallee 7
D-64372 Ober-Ramstadt
Tel.: 06154 / 409 300
www.bgm-ober-ramstadt.de
info@bgm-ober-ramstadt.de

b

bgm baugrundberatung GmbH
Hundertwasserallee 7
D-64372 Ober-Ramstadt
Tel.: 06154 / 409 300
www.bgm-ober-ramstadt.de
info@bgm-ober-ramstadt.de

bgm
baugrundberatung

Anlage: 5.4