

Orientierender Geo- und abfalltechnischer Untersuchungsbericht

-Machbarkeitsstudie-

23-213 / GB001

**Grünberg, Am Weickertshainer Fußpfad
Neubau eines Bau- und Servicehofes**

Auftraggeber: Magistrat der Stadt Grünberg
Fachbereich, IV Bauen
Rabegasse 1
35305 Grünberg

Datum: Hungen, 09.08.2023

Projekt-Nr.: 23-213 / GB001

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1.0 Allgemeine Angaben.....	1
1.1 Anlass und Auftrag	1
1.2 Bearbeitungsunterlagen	2
1.3 Derzeitige Nutzung und bautechnische Angaben	3
1.4 Regionale Geologie und Hydrogeologie	4
2.0 Durchgeführte Untersuchungen und Probenahme.....	5
3.0 Ergebnisse	5
3.1 Örtlicher Bodenaufbau / Schichtenbeschreibung	5
3.2 Grundwasserverhältnisse.....	7
3.3 Radon in der Bodenluft	7
4.0 Bodenmechanische Kennwerte	8
5.0 Baugrundbeurteilung.....	10
5.1 Allgemeines.....	10
5.2 Übersicht / Zusammenfassung	10
5.3 Erdplanum / Umlagerung / Anschüttung	11
5.4 Bauwerksgründungen	12
5.5 Baugrube / Wasserhaltung.....	13
5.5.1 Bau- und Fundamentgruben / Böschungen	13
5.5.2 Wasserhaltung	13
5.6 Geotechnische Eignung der angetroffenen Böden / Lösbarkeit.....	14
6.0 Abfall- und umwelttechnische Untersuchung	16
6.1 Bewertungsgrundlagen / Untersuchungsumfang	16
6.2 Untersuchungsumfang	16
6.3 Interpretation der Untersuchungsergebnisse und Bewertung	17
6.3.1 Ersatzbaustoffverordnung (EBV)	17
6.3.2 Vorsorgewerte nach BBodSchV.....	19
7.0 Abschließende Bemerkungen.....	19

TABELLENVERZEICHNIS

		Seite
Tabelle 1	Untersuchungsumfang der entnommenen Bodenproben	5
Tabelle 2a	Bodenmechanische und bodenphysikalische Kennwerte für Homogenbereiche im Lockergestein und weitere Kennwerte in Anlehnung an DIN 1055 T 2 und eigene Erfahrungswerte	8
Tabelle 2b	Beschreibung und Klassifizierung für Homogenbereiche im Fels und weitere Kennwerte in Anlehnung an DIN 1055 T 2 und eigene Erfahrungswerte	9
Tabelle 3	Übersicht der analysierten Proben	17
Tabelle 4	Chemisch-analytischer Befund gemäß EBV	17
Tabelle 5	Chemisch-analytischer Befund gem. BBodSchV	19

ANLAGEN

1. Lageplan mit Kennzeichnung der Aufschlusspunkte, Maßstab 1 : 1200
2. Zeichnerische Darstellung der Bohrprofile gemäß DIN 4023 und der Sondierdiagramme gemäß DIN EN ISO 22476-2, M 1 : 50
3. Bodenmechanische Laborversuche:
 - 3.1 Bestimmung der Kornverteilung
 - 3.2 Bestimmung des Wassergehalts
4. Probenahmeprotokolle für Boden
5. Prüfberichte Nr. 040823096 der Dr. Döring Laboratorien GmbH
6. Auswerteprotokolle gemäß EBV (2021) für Boden

1.0 Allgemeine Angaben

1.1 Anlass und Auftrag

Die bgm baugrundberatung GmbH wurde von der Stadt Grünberg mit Schreiben vom 18.07.2023 beauftragt, in Grünberg, Am Weickertshainer Fußpfad, orientierende Baugrund- und Abfalluntersuchungen für den geplanten Neubau eines Bau- und Servicehofes durchzuführen und die Ergebnisse gutachterlich zu bewerten.

In dem vorliegenden geo- und abfalltechnischen 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
- Angaben zur Erdbebengefährdung
- Bei Flachgründungen
 - Empfehlungen zur Gründung und zulässigen Bodenpressung
 - überschlägige Setzungs- und Grundbruchberechnungen
- Angaben zum Fußbodenunterbau, Material- und Verdichtungsanforderungen
- Angaben zum Aufbau der Verkehrsflächen
- Angaben zur Anlage der Baugruben und deren Sicherung
- Empfehlungen zur Wasserhaltung und Gebäudeabdichtung
- Aussagen und Empfehlungen zur Wiederverwendbarkeit des Aushubs und Bodenverbesserungsmaßnahmen
- Hinweise zur Bauausführung

außerdem

- Umwelt- und abfalltechnische Untersuchung der untersuchten Boden- bzw. Asphaltproben
- Interpretation der Analyseergebnisse.

1.2 Bearbeitungsunterlagen

[A] Planungsunterlagen:

- [A1] Lagepläne der Untersuchungsfläche, Maßstab 1 : 500 und 1 : 2500.
- [A2] Geologische Karte Blatt Nr. 5419 Laubach, Maßstab 1 : 25.000.
- [A3] Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie: Fachinformationssystem Grundwasser- und Trinkwasserschutz. <http://gruschu.hessen.de/>, Stand Februar 2022.
- [A4] Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG): Hochwasserrisikomanagementpläne. <http://hwrn.hessen.de>, Stand Februar 2022.
- [A5] Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG): Landesgrundwasserdienst. <http://lgd.hessen.de>, Stand Februar 2022.
- [A6] Karte zur Radioaktivitätskonzentration in der Bodenluft, Bundesamt für Strahlenschutz, www.bfs.de/geoportal-radon, Stand 20.05.2021
- [A7] Festlegung von Radonvorsorgegebieten für Hessen, <http://umwelt.hessen.de>
- [A8] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie: Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Hessen, Karte zur DIN 4149:2005-4, Maßstab 1 : 200.000, Stand Februar 2007.

[B] Normen, Regelwerke und Literatur:

- [B1] 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.
- [B2] Regelwerk der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. DWA-Arbeitsblatt A 138: "Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser", April 2005
- [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 August 2018.
- [B5] DIN-Taschenbuch 376: Untersuchung von Bodenproben und Messtechnik – Beuth-Verlag, 2. Auflage, Berlin, April 2019.
- [B6] DIN 18533-1:2017-07: Abdichtung von erdberührten Bauteilen – Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze
- [B7] DIN EN 1998-1:2010-12 Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten; Deutsche Fassung EN 1998-1:2004 + AC:2009
- [B8] Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12), Ausgabe 2012, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen.

- [B9] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen (ZTVA-StB), Ausgabe 1997, Fassung 2006, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen.
- [B10] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau (ZTV SoB-StB), Ausgabe 2020, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen.
- [B11] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTVE-StB), Ausgabe 2017, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen.
- [B12] Technische Lieferbedingungen für Böden und Baustoffe im Erdbau des Straßenbaus (TL BuB E-StB), Ausgabe 2009, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen.
- [B13] Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Teil: Güteüberwachung (TL G SoB-StB), Ausgabe 2004 / Fassung 2007, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen.
- [B14] Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau (TL Gestein-StB), Ausgabe 2004 / Fassung 2007, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen.
- [B15] Schneider, Klaus-Jürgen (2004): Bautabellen für Ingenieure mit Berechnungshinweisen und Beispielen – 16. Auflage, München, August 2004.
- [B16] Witt, Karl Josef (Hrsg.): Grundbautaschenbuch, Band 1 bis 3 – 7. Auflage, Ernst & Sohn Verlag, Berlin, 2009.
- [B17] LAGA PN 98 – Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von Abfällen, Stand: Mai 2019
- [B18] Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke (Ersatzbaustoffverordnung – ErsatzbaustoffV), Inkrafttreten am 1. August 2023.
- [B19] Bundes –Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12. Juli 1999, Stand 2021.

1.3 Derzeitige Nutzung und bautechnische Angaben

Die Stadt Grünberg führt eine Machbarkeitsstudie für den Neubau eines Bau- und Servicehofes [A1] am „Jakobsweg“ in Grünberg durch. In diesem Zusammenhang ist die Bebauungsfähigkeit zu prüfen und zu beurteilen.

Das Untersuchungsgebiet befindet sich südöstlich von Grünberg und südlich vom Sportplatz der Theo-Kochschule in der „Struppiusstraße“. Das Gelände ist derzeit unbefestigt und wird landwirtschaftlich genutzt.

Das Gelände steigt von Norden nach Süden um fast 10 m an, wobei sich die absoluten Höhen zwischen 273,9 m NHN und 284,3 m NHN bewegen. Ausgehend davon, dass vermutlich eine ebene Fläche für die geplanten Gebäude (Lagerhallen etc.) notwendig ist, werden Anschüttungen und Abtragungen zum Ausgleich der Höhen des Geländes erforderlich (sog. cut&fill).

Die geplante Höheneinstellung des Geländes war zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung nicht bekannt.

Auf Grundlage von Erfahrungen mit vergleichbaren Bauvorhaben ist anzunehmen, dass sowohl Büro- als auch Hallengebäude errichtet werden. Darüber hinaus wird nachfolgend davon ausgegangen, dass die Bauwerke kein Kellergeschoss erhalten werden.

Über auftretende Bauwerkslasten liegen uns keine Informationen vor. Erfahrungsgemäß treten vor allem Linienlasten unter den Wandscheiben auf. Bei einer für Bürogebäude üblichen 1,5 bis 2-geschossigen Bauweise werden die Linienlasten erfahrungsgemäß 125 kN/m nicht überschreiten. Hallengebäude werden meist über Einzelfundamente mit Vertikallasten ≤ 1.000 kN gegründet.

1.4 Regionale Geologie und Hydrogeologie

Das Untersuchungsgebiet wird gemäß geologischer Karte [A2] oberflächennah von äolischen Sedimenten aus Löss und Lösslehmen des Pleistozäns aufgebaut. Diese lagern auf Basalten und Tuffen des tertiären Vogelsbergvulkanismus auf. Die Festgesteine können im Hangenden als Zersetzungsprodukte in Form von Verwitterungslehmen vorliegen.

Die hydrogeologischen Verhältnisse lassen sich vom geologischen Aufbau des Untergrundes ableiten. Die bindigen Böden weisen aufgrund ihres hohen Feinkornanteils eine geringe bis sehr geringe Wasserdurchlässigkeit auf. Sie neigen zu Vernässungen und bilden Stauwasserhorizonte aus. Die rolligen Böden sind abhängig von ihrem Feinkornanteil gut wasserdurchlässig und bilden Porengrundwasserleiter aus. Das Festgestein ist gering wasserdurchlässig und bildet Kluftgrundwasserleiter aus.

Gemäß der hessischen Karte für Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete [A3] liegt das Untersuchungsgebiet in einem Trinkwasserschutzgebiet der Zone IIIA.

Gemäß [A4] liegt das Untersuchungsgebiet außerhalb einer Überflutungsfläche für 10-jährige Hochwasser (HQ_{10}), für 100-jährige (HQ_{100}) und extreme (HQ_{extrem}) Hochwasserereignisse.

Nächster Vorfluter ist die ca. 320 m nordwestlich verlaufender Flachsbach.

2.0 Durchgeführte Untersuchungen und Probenahme

Vom 26.07. bis zum 02.08.2023 wurden die Geländearbeiten durchgeführt. Das Untersuchungsprogramm wurde mit dem Auftraggeber abgestimmt und den örtlichen Gegebenheiten angepasst (vgl. Anlage 1 und 2):

- 18 Rammkernsondierungen (RKS) bis auf 8,30 m unter Geländeoberkante (u. GOK). Alle RKS mussten aufgrund eines erhöhten Bohrwiderstandes vor Erreichen der Endtiefe von 9,0 m u. GOK abgebrochen werden.
- 6 schwere Rammsondierungen (DPH) bis auf maximal 9,00 m unter GOK.
- Einmessen der Bohransatzpunkte mittels GPS-Gerät.
- Geologische Beschreibung des Bodenaufbaus nach DIN EN ISO 22475-1, DIN EN ISO 14688 und 14689
- Darstellung der Bohrprofile gemäß DIN 4023 und der Sondierdiagramme gemäß DIN EN ISO 22476-2.
- Beprobung des Bodens bzw. des Bohrguts nach organoleptischen sowie geologischen Kriterien gemäß DIN EN ISO 22475-1. Die Proben wurden für chemisch-analytische Untersuchungen und bodenmechanische Laborversuche verwendet. Die übrigen Proben wurden als Rückstellproben im Probenarchiv der bgm baugrundberatung GmbH für ein halbes Jahr eingelagert.
- Bodenmechanische Laborversuche (vgl. Tab. 1):

Tabelle 1 Untersuchungsumfang der entnommenen Bodenproben

Untersuchungsparameter	Untersuchungsfrequenz, Art der Probe
Korngrößenverteilung gemäß DIN EN ISO 17892-4	7 x, Einzelprobe
Bestimmung des Wassergehaltes gemäß DIN EN ISO 17892-1	7 x, Einzelprobe

3.0 Ergebnisse

3.1 Örtlicher Bodenaufbau / Schichtenbeschreibung

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

Schicht 0 / Homogenbereich O – Oberboden

In allen Bohrungen wurde ein brauner Oberboden bis in einer Tiefe von 0,40 m u. GOK erkundet. Vor dem Hintergrund der landwirtschaftlichen Nutzung kann der humose Oberboden stellenweise auch noch mächtiger sein (Pflugtiefe).

Schicht 1 / Homogenbereich B1 – Löss, Lösslehm

Mit Ausnahme der Aufschlussposition RKS 14 wurde in allen Rammkernsondierungen unterhalb des Oberbodens Löss und Lösslehme erkundet.

Die hellbraunen bis braunen Löss / Lösslehme sind bodenmechanisch als schwach tonige bis tonige und sandige Schluffe anzusprechen. Die Schluffe besitzen überwiegend eine steifplastische, stellenweise eine halb feste Zustandsform.

Die Löss und Lösslehme 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.

Schicht 2 / Homogenbereich B2 – Hang-/Verwitterungslehm

Der Löss/Lösslehm geht fließend in Hang- bzw. Verwitterungslehm über. Diese grenzen sich vom Löss / Lösslehm erstens durch ihre Farbe und zweitens durch ihren Kiesanteil ab. Bodenmechanisch lassen sich die rotbraunen, brauen und grauen Verwitterungslehme als schwach kiesige bis kiesige, teils tonige und sandige Schluffe beschreiben, die in zumeist günstiger, mind. steifplastischer Zustandsform vorliegen. Nur untergeordnet wurde eine weichplastische Zustandsform unterschiedlichen Konsistenzen (weichplastisch bis halb fest) vorliegen. Die Lehme bilden eine fließende Grenze zum Felszersatz des Vulkangesteines (Basalt / Tuff). Innerhalb der Verwitterungslehme ist mit Steinen zurechnen.

Schicht 3 / Homogenbereich X1 – Felszersatz, Tuff

Der an den Aufschlusspositionen RKS 1, 4, 6, 8, 9, 10, 17, 18 angetroffene, rotbraune, teils graue Felszersatz besteht aus den Tuffen des Vogelsbergvulkanismus. Es ist davon auszugehen, dass bei allen festgegangenen Bohrungen unterhalb der Bohrendtiefen stark bis schwach verwitterter Tuffstein ansteht. Innerhalb des zersetzten Tuffs ist mit Steinen und Blöcken aus Basalt zurechnen.

Die o.g. Bohrungen mussten aufgrund des hohen Eindringwiderstandes innerhalb des Felszersatzes (Homogenbereich X1) in Tiefen von 4,50 m bis 8,30 m u. GOK abgebrochen werden. Die schweren Rammsondierungen (DPH) haben die Endteufe von 9,00 m u. GOK teilweise erreichen können. Unterhalb dieser Teufe ist mit schwach verwitterten bis bergfrischen Tuffstein/Basalt zu rechnen.

Allerdings liegen hierfür keine gesicherten Kenntnisse vor, sodass der Untersuchungsbericht diesbezüglich unvollständig ist. Die Aussagekraft des Untersuchungsberichtes ist in diesem Punkt begrenzt. Die Lücke kann nur dadurch geschlossen werden, dass zusätzliche Großbohrungen ($\varnothing > 100$ mm) abgeteuft werden.

3.2 Grundwasserverhältnisse

Während der Außenarbeiten vom 26.07. bis zum 02.08.2023 wurde in den Aufschlusspunkten kein Grund- oder Schichtwasser angetroffen.

Erfahrungsgemäß ist je nach Jahreszeit und Niederschlagsdargebot jederzeit mit unsystematisch auftretenden Sicker- und/ oder Stauwässern zu rechnen. Die aufgeweichten Böden an der RKS 2 deuten auf das Vorhandensein von aufstauendem Sickerwasser hin.

Nach dem Grundwassermessstellenverzeichnis des Landes Hessen gibt es in der Nähe des Untersuchungsgebietes keine Messstellen aus denen langfristige Aufzeichnungen des Grundwasserspiegels gewonnen werden können [A5].

Nach der vorliegenden Datenlage ist die Angabe eines Bemessungswasserstandes nicht zweckmäßig.

3.3 Radon in der Bodenluft

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) weist in seinem Ende 2021 aktualisierten online verfügbaren Geoportal für das Kilometerquadrat des Untersuchungsgebiets eine interpolierte Prognose zur Radonaktivitätskonzentration (Radon-222) in der bodennahen Luft (1 m Tiefe) von 99 kBq/m³ aus [A7].

Hinweis: Der vorgenannte Wert wird vom BfS als 90. Perzentil ausgewiesen. Das bedeutet statistisch weisen 90 % der Flächen im entsprechenden Kilometerquadrat eine tatsächliche Radonkonzentration in der bodennahen Luft kleiner oder gleich des Wertes auf. Auf 10 % der Flächen im Kilometerquadrat liegt somit jedoch die tatsächlichen Radonkonzentration in der bodennahen Luft statistisch über dem angegebenen Wert.

Gemäß der aktuellen Radonbroschüre des Hess. Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz sind für Neubauten Radonkonzentration in der Bodenluft von unter 100 kBq/m³ als unbedenklich einzustufen. Gemäß Geoportal des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) ist am Projektstandort von einer Radon-Konzentration in der Bodenluft <100 kBq/m³ auszugehen.

4.0 Bodenmechanische Kennwerte

Den angetroffenen Böden können die in der Tabelle 2a angegebenen bodenmechanischen Kennwerte und Homogenbereiche zugeordnet werden.

Tabelle 2a 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 DIN ATV 18300									Kohäsion (²)	Reibungs- winkel(³)	Steife- modul			
		Boden- gruppe	Korngrö- ßenvertei- lung(¹)	Dichte	Wasser- gehalt	Plastizität	Konsistenz	undrännierte Kohäsion	Lagerungs- dichte	organi- scher An- teil						
		DIN18196	DIN EN ISO 14688-2	DIN 18125	DIN 18121-1	DIN 18122-1	DIN 18122-1	DIN 4094-4 DIN 18137	DIN 4094-1 DIN 18126	DIN 18128				DIN 18137	DIN 18137	DIN 18136
				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	0 Oberboden	OU	0	1,3 – 1,6	10 – 30	--	0,75	---	---	5 – 25	---	---	---			
B1	1 Löss/Löss- lehm ⁽⁴⁾	UL – TL	0 – 5	1,6 – 1,8	15 – 23	4 – 20	0,75 – 1,00	20 – 40	---	< 4,0	4 – 6	27,5	4 – 8			
	12 – 20				0,75 – 1,25		30 – 50	5 – 8						27,5	6 – 10	
	10 – 18				$\geq 1,00$		40 – 70									6 – 10
B2	2 Verwitte- rungs-/ Hanglehm ⁽⁴⁾	UM – TM	0 – 25	1,6 – 1,8	23 – 35	4 – 25	0,50 – 0,75	1 – 10	---	< 6,0	1 – 3	25,0	4 – 6			
	20 – 27				0,75 – 1,00		8 – 25	2 – 5						25,0	6 – 10	
	17 – 23				0,75 – 1,25		10 – 30									3 – 8
	12 – 20				$\geq 1,00$		25 – 50	5 – 15						27,5	15 – 20	

(1) Massenanteil an Steinen / Blöcken / großen Blöcken, vgl. auch Kornverteilungsbereich in der Anlage 3

(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

In der Tabelle 2b sind die Eigenschaften und Kennwerte der definierten Homogenbereiche gemäß VOB Teil C, DIN 18 300 Erdarbeiten für Fels dargestellt.

Tabelle 2b Beschreibung und Klassifizierung für Homogenbereiche im Fels und weitere Kennwerte in Anlehnung an DIN 1055 T 2 und eigene Erfahrungswerte

Homogenbereich	Schicht Nr. Gesteinsart	Kennwerte gemäß DIN ATV 18300						Kohäsion ⁽¹⁾	Reibungs- winkel ⁽²⁾	Steife- modul		
		Verwitterungsgrad, Veränderlichkeit	Dichte	Einaxiale Druckfestigkeit	Trennflächenabstand, Trennflächenrichtung, Gesteinskörperform	Abrasivität						
		DIN EN ISO 14689-1	DIN EN ISO 17892-2	DGGT Nr. 1	DIN EN ISO 14689-1	NF P94-430-1	DIN 18137				DIN 18137	DIN 18136
			ρ	q_u			c'_k				ϕ'_k	$E_{s,k}$
		[t/m ³]	[MN/m ²]	[mm]	[-]	[kN/m ²]	[Grad]	[MN/m ²]				
X1	3 Felsersatz, / Tuffstein, Basalt	stark bis schwach verwittert, nicht veränderlich	2,2 – 2,3	30 – 80	---	n. r.	10 – 30	35 – 40	60 – 150			

n. r. = nicht relevant

(1) charakteristischer Wert für die Kohäsion des dränierten Bodens

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

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, vor allem für Festgesteine, sind jedoch die Durchführung von weiteren, deutlich umfangreicheren bodenmechanischen Laborversuchen an ungestörten Boden- und Gesteinsproben erforderlich. Vorstehende Angaben sind daher als angenäherte Erfahrungswerte unter Hinzuziehung der Ergebnisse der vorliegenden Laborversuche zu verstehen.

5.0 Baugrundbeurteilung

5.1 Allgemeines

Das Untersuchungsgelände liegt gemäß der Planungskarte zur DIN 4149: 2005-04 [A6] außerhalb der von Erdbeben beeinflussten Gebiete in Deutschland.

Im Zusammenhang mit den geplanten großflächigen Erdbaumaßnahmen wird empfohlen, zu prüfen, ob durch die Verdichtungsarbeiten und die daraus resultierenden Erschütterungen Einflüsse auf Nachbarbebauungen zu erwarten sind. Ggf. ist ein Beweissicherungsverfahren erforderlich.

5.2 Übersicht / Zusammenfassung

Boden- und Grundwasserverhältnisse

Im gesamten Baufeld dominieren bindige Böden in steifplastischer bis halbfester Zustandsform. In wenigen Bereichen sind die bindigen Böden weichplastisch ausgeprägt. Überwiegend bestehen die bindigen Böden aus Löss / Lösslehm und Hang-/Verwitterungslehm. Letztgenannter bildet eine fließende Grenze zu dem Felsersatz des anstehenden Gesteins (hauptsächlich Tuffstein). Auf die thixotropen Eigenschaften von Löss wurde bereits in Kapitel 3.1 hingewiesen. Innerhalb des Verwitterungslehmes ist mit Steinen und im Felsersatz ist mit Blöcken aus Basalt zurechnen.

Die im Baufeld angetroffenen Höhenunterschiede von fast 10 m erfordern für die Herstellung eines ebenen Erdplanums Bodenumlagerungen (Erdarbeiten für Geländeeinschnitt und Anschüttung, sog. cut&fill). Zu der geplanten Höheneinstellung liegen derzeit noch keine Informationen vor.

Grundwasser wurde während der Geländearbeiten bis 8,30 m u. GOK nicht angetroffen. Grundsätzlich ist im gesamten Untersuchungsgebiet je nach Niederschlagsdargebot und Jahreszeit mit unsystematisch auftretendem Sickerwasser bzw. Staunässe jederzeit in allen Tiefenniveaus zu rechnen.

Herstellung Erdplanum

Für die Herstellung des Erdplanums und die Gründungsarbeiten ist eine wirksame Tag- und ggf. Schichtwasserhaltung vorzusehen. Das Erdplanum wird in den bindigen Bodenschichten liegen und ist grundsätzlich durch die Zugabe von Bindemitteln (Mischbinder bzw. Zement) zu stabilisieren, um eine ausreichende Tragfähigkeit zu gewährleisten ($E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$).

Auf dem so erstellten Erdplanum können weitere Anschüttungen oder Schottertragschichten aufgebaut werden.

Wir weisen darauf hin, dass das Erdplanum nie im ungeschützten Zustand befahren werden darf.

Gründung

Auf dem stabilisierten Erdplanum kann die Gründung mittels Streifenfundamenten oder Bodenplatten erfolgen.

5.3 Erdplanum / Umlagerung / Anschüttung

Herstellung Erdplanum

Nach dem Abschieben des Oberbodens ist das bindige Erdplanum in den Auftragsbereichen mittels Einfräsens von Mischbinder (z. B. Varilit, Dorosol oder Multicrete oder Zement) zu stabilisieren, um eine ausreichende Tragfähigkeit gemäß ZTVE StB ($E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$) zu gewährleisten und das wasserempfindliche Bodenmaterial vor Niederschlagseinflüssen zu schützen.

Aufgrund der Lage des Projektstandortes in einem ausgewiesenen Trinkwasserschutzgebiet ist die Verwendung von Bindemittel von der unteren Wasserbehörde genehmigen zu lassen.

Die Bindemittelarten und -mengen sind durch Eignungsprüfungen gemäß dem „Merkblatt über Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln“ (FGSV 551) festzulegen. Für die Eignungsprüfungen ist ein entsprechender Untersuchungszeitraum einzukalkulieren. Die Bindemittelmenge kann vorläufig mit ca. 2 - 3 Gew.-% angesetzt werden.

Das Bindemittel muss mindestens 0,4 m tief eingefräst werden. Anschließend ist das verbesserte Bodenmaterial in dynamisch zu verdichten ($D_{Pr} \geq 100\%$).

Als Alternative zu Bindemittel ist das Erdplanum durch den Einbau von mind. 0,3 m gut verdichtungsfähigem Schottermaterial zu verbessern.

Cut & Fill, Herstellung Anschüttung

Für Bodenmaterial, welches zur Umlagerung vorgesehen ist, empfehlen wir, das Bindemittel vor dem Aushub analog zu den vorstehenden Angaben einzufräsen und anschließend das gefräste, konditionierte Material aufzunehmen und umzulagern. Die Geländeanschüttungen sind lagenweise (Lagenstärke 0,4 m vor der Verdichtung) aufzubauen und zu verdichten. Um eine Verzahnung der Schichten untereinander zu erreichen, sind hierzu auch Walzen mit Schafffußbandagen einzusetzen. Die Anschüttung ist mit einem Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100\%$ der Proctordichte herzustellen.

5.4 Bauwerksgründungen

Die Gründung der nichtunterkellerten Gebäude wird voraussichtlich in den mind. steifplastischen Lehmen (Homogenbereiche B1 und/oder B2) erfolgen.

Eine gemäß Kap. 1.3 beschriebene 1,5- bis 2-geschossige Bauweise vorausgesetzt, ist eine herkömmliche Flachgründung sowohl über eine Fundamentplatte als auch über Streifen- und Einzelfundamente ohne nennenswerte Verbesserungsmaßnahmen möglich.

Unter der Fundamentplatte bzw. unterhalb der Fußbodenkonstruktion (bei Streifenfundamenten) ist ein mind. 0,30 m mächtiges Gründungspolster aus stabilisiertem Boden oder Schotter vorzusehen.

Sollen im Zuge von Hallenbauten Einzelfundamente zur Ausführung kommen, ist ab Vertikallasten von 500 kN bis 1000 kN der Einbau von Gründungspolster in einer Größenordnung von rd. 0,3 – 0,5 m einzukalkulieren.

Die Gründungspolster sind zu verdichten. Auf dem Polster ist grundsätzlich ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ ($D_{Pr} \geq 100\%$) nachzuweisen.

Die tatsächlich erforderliche Stärke der Gründungspolster richtet sich nach den anfallenden Lasten, der Baugrundsituation und den daraus resultierenden Setzungen. Sie sind bauwerksbezogen für jede einzelne Baumaßnahme auf Grundlage überschlägiger Setzungsberechnungen gemäß DIN 4019 festzulegen.

Werden in der Gründungssohle Böden in aufgeweichter Zustandsform angetroffen, so sind diese bis auf tragfähigen Boden (z. B. mindestens steifplastisches Material) auszukoffern und durch Magerbeton zu ersetzen. Alternativ kann der Bodenersatz auch mit gut verdichtbarem Schottermaterial erfolgen, wobei dann ein Lastausbreitungswinkel von 45° unter den Fundamenten zu berücksichtigen ist.

Ist wie z.B. bei der RKS 2 weichplastischer Boden bis in größere Tiefen vorhanden, sind wie oben erläutert die erforderlichen Maßnahmen (z.B. Fundamentpolster) auf Grundlage von Setzungsberechnungen festzulegen.

In der Regel ist bei o.g. Gründungsvarianten der Bemessungswert des Sohlwiderstandes nach EC 7 (DIN 1054:2010-12) vorläufig mit $\sigma_{R,d} = 240 \text{ kN/m}^2$ anzusetzen.

Wir weisen auf folgendes hin:

Da sich das Grundstück in einer Trinkwasserschutzzone befindet, darf RC-Material nur nach Genehmigung durch die zuständigen Behörden verbaut werden.

5.5 Baugrube / Wasserhaltung

5.5.1 Bau- und Fundamentgruben / Böschungen

In Abhängigkeit von der Geländeneigung können Bau- und Fundamentgruben mit einer Tiefe bis zu 1,25 m nach DIN 4124 senkrecht geschachtet werden. 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 geböschet werden:

Homogenbereich B1.....	Löss / Lösslehm mind. steifplastisch	$\beta \leq 60^\circ$
Homogenbereich B2.....	Verwitterungslehm, weichplastisch	$\beta \leq 45^\circ$
Homogenbereich B2.....	Verwitterungslehm, mind. steifplastisch	$\beta \leq 60^\circ$
Homogenbereich X1.....	Felszersatz, bindig, mind. steifplastisch	$\beta \leq 60^\circ$

Am Böschungsfuß der Einschnittsböschungen sind weiterhin geeignete Entwässerungsmöglichkeiten zu schaffen. Bei > 5 m hohen Böschungen sind Berechnungen der Standsicherheit erforderlich. Dies ist unter Umständen an der westlichen Grundstücksgrenze erforderlich.

Dauerhafte Böschungen sollten nicht steiler als 1 : 1,5 angelegt werden. Es kann derzeit nicht ausgeschlossen werden, dass sich während der niederschlagreichen Jahreszeiten eine ungünstigere Zustandsform der bindigen Lehme einstellt als oben beschrieben (ggf. sehr weiche bis breiige Zustandsform). Unter diesen Umständen sind weiterführende Vorkehrungen für eine dauerhafte Standsicherheit vorzusehen (z.B. Stützmauern).

5.5.2 Wasserhaltung

Die Grund- und Schichtwasserverhältnisse zum Zeitpunkt der Baugrunderkundung vorausgesetzt, wird während der Bauzeit keine aufwendige Grundwasserabsenkung notwendig. Aufgrund der bindigen Böden wird jedoch empfohlen eine offene Wasserhaltung für zulaufende Schicht- und Tagwässer vorzuhalten. Weiterhin ist während der Bauausführung bauseits dafür Sorge zu tragen, dass weder Oberflächenwasser noch Fremdwasser in Baugrube und / oder Arbeitsräume eingeleitet wird und sich dort auch keine Sicker- / und Stauwässer sammeln können. Treten solche Wässer auf, sind diese zwingend abzuleiten, um keine Baugrundverschlechterungen zu erzeugen. Treten Baugrundverschlechterungen auf, ist der Baugrund neu zu bewerten.

Das Sicker- und/oder Schichtwasser kann, ebenso wie zusetzendes Oberflächenwasser, über einen Graben mit filtersicherem Dränagesystem gefasst, Pumpensümpfen zugeführt und kontrolliert abgeleitet werden.

Für die Einleitung von Wasser in kommunale Entwässerungen bzw. Oberflächengewässer, wie Gräben und Bäche, sind die erforderlichen Genehmigungen bei den zuständigen Fachbehörden einzuholen.

5.6 Geotechnische Eignung der angetroffenen Böden / Lösbarkeit

Hinsichtlich der Verdichtungseigenschaften der angetroffenen Bodenarten kann die Einstufung nach ZTVA-StB herangezogen werden. Die Tabelle 2 der ZTVA-StB gibt Schüttenhöhen in Abhängigkeit der Geräteart sowie die Anzahl der notwendigen Übergänge an. Die Vorgaben gemäß ZTVA-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.

Oberboden (Schicht 0 / 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 1 / Homogenbereich B1 – Löss, Lösslehm

Schicht 2 / Homogenbereich B1 – Verwitterungslehm

Schicht 3 / Homogenbereich X1 – Felsersatz, Tuff, Basalt

Gemäß DIN 18196 ist die Witterungs-, Erosions- und Frostempfindlichkeit dieser feinkörnigen Bodenarten als groß einzustufen. Diese Bodenarten sind ohne Verbesserungsmaßnahme aus geotechnischer Sicht nicht wieder verwertbar. Wir empfehlen, eine Bodenverbesserung durch Bindemittelzugabe vorzusehen. Es wird empfohlen die Verbesserungsmaßnahme im Vorfeld (vor Ausschreibung) 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. Für die Verdichtung des vergüteten Materials sind Schafffußwalzen einzusetzen. Im Hinblick auf die angrenzende Bebauung sind staubarme Bindemittelarten zu verwenden oder es ist der Mischvorgang außerhalb der Baustelle durchzuführen. 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 Einfrästiefe muss mindestens 0,40 m betragen. 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 frostempfindlich 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.

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

6.0 Abfall- und umwelttechnische Untersuchung

6.1 Bewertungsgrundlagen / Untersuchungsumfang

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

- Deponieverordnung (DepV), Verordnung über Deponien und Langzeitlager vom 27.04.2009, zuletzt geändert 09.07.2021.
- Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Verbraucherschutz: Richtlinie für die Verwertung von Bodenmaterial, Bauschutt und Straßenaufbruch in Tagebauten und im Rahmen sonstiger Abgrabungen, Stand 03.03.2014.
- Hessische Regierungspräsidien: Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“ der hessischen Regierungspräsidien (Abt. Umwelt), Stand 01.09.2018.
- Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung (EBV) vom 9. Juli 2021
- Bundes –Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12. Juli 1999, Stand 2021.

6.2 Untersuchungsumfang

Eine Übersicht zu den Mischproben, den enthaltenen Einzelproben sowie dem durchgeführten Analysenumfang gibt Tabelle 3. Eine Charakterisierung der untersuchten Materialien ist in der Schichtenbeschreibung des Kapitels 3.1 angegeben. Zur Mischprobenbildung wurden gleichartige Einzelproben zusammengefasst und homogenisiert. Weitere Details können dem Probenahmeprotokoll der Anlage 4 entnommen werden.

Die Proben wurden zur Analytik dunkel und gekühlt der Dr. Döring Laboratorien GmbH überstellt und auf die o.g. Parameter untersucht.

Die Einzelstoffergebnisse, die Messmethoden und die Bestimmungsgrenzen können den Prüfberichten Nr. 040823096 der Anlage 5 entnommen werden.

Tabelle 3 Übersicht der analysierten Proben

Probe	Entnahmestelle	Tiefe [m u. GOK]	Materialart	Analysenumfang
MP Oberboden 1	RKS 1 bis RKS 9	0,00 – 0,40	Oberboden / O	BBodSchV
MP Oberboden 2	RKS 10 bis RKS 18	0,00 – 0,40	Oberboden / O	BBodSchV
MP Boden 1	RKS 1 bis 9	0,30 – 8,30	Löss / Lösslehm / B1 Verwitterungslehm / B2 Felszersatz / X1	EBV
MP Boden 2	RKS 10 bis RKS 18	0,30 – 8,10	Löss / Lösslehm / B1 Verwitterungslehm / B2 Felszersatz / X1	EBV

MP = Mischprobe
 RKS = Rammkernsondierung
 BBodSchV = Parameterliste gemäß Anhang 2 der Bundesbodenschutzverordnung
 Vorsorgewerte
 EBV = Ersatzbaustoffverordnung Anlage 1, Tab 3 (BM-0*, BG-0*)

6.3 Interpretation der Untersuchungsergebnisse und Bewertung

6.3.1 Ersatzbaustoffverordnung (EBV)

In der nachfolgenden Tabelle 4 sind die Einstufungen der analysierten Mischproben (Feststoff, Eluat und Gesamteinstufung) gemäß EBV aufgelistet. Eine tabellarische Übersicht und Auswertung der chemischen Analytik gibt die Anlage 6 wieder.

Tabelle 4 Chemisch-analytischer Befund gemäß EBV

Probenbezeichnung	Analysenbefund nach EBV					Homogenbereich
	Feststoff		Eluat		Gesamteinstufung	
	Einstufung	Maßgebender Parameter	Einstufung	Maßgebender Parameter		
MP Boden 1	> BM-F3	Nickel	BM-0*	Chrom, Nickel	> BM-F3	B1 / B2 / X1
MP Boden 2	BM-0*	Chrom, Nickel	BM-0*	Chrom, Nickel	BM-0*	B1 / B2 / X1

MP = Mischprobe

Das Bodenmaterial der Mischprobe **MP Boden 1** ist nach der Ersatzbaustoffverordnung aufgrund der Überschreitung des Nickel-Gehaltes in die Klasse **> BM-F3** einzustufen.

Die Mischprobe **MP Boden 2** weist ebenfalls leicht erhöhte Chrom- und Nickel-Gehalte im Feststoff und im Eluat auf und ist entsprechend in die Klasse **BM-0*** einzustufen.

Die Überschreitungen der Parameter Nickel und Chrom im Feststoff sind typisch für basaltische Gesteine und können daher als geogene Belastung bezeichnet werden.

Allgemein

Für den Fall einer Abfuhr von Bodenmaterial sind die Entsorgungsmöglichkeiten 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.

Wir weisen darauf hin, dass die durchgeführten Untersuchungen lediglich eine erste Orientierung zur abfalltechnischen Einstufung der anstehenden Böden darstellen. Die Probenahme mittels Rammkernsondierung entspricht nicht den Vorgaben der PN 98, da hierbei lediglich stichprobenartig Material in situ aus dem Untergrund entnommen werden kann. Zudem kann bis zu einer Abfuhr des Materials ein Zeitversatz entstehen, der es nicht mehr erlaubt, die bisherige Analytik heranzuziehen. Für eine abschließende abfalltechnische Einstufung des Bodens ist das Material im Zuge der Baumaßnahme daher erneut, und zwar vom Haufwerk nach LAGA PN 98 zu beproben und gemäß den länderspezifischen Anforderungen bzw. den Annahmekriterien der Entsorgungsstelle analysieren zu lassen.

6.3.2. Vorsorgewerte nach BBodSchV

Der Oberboden wurde auf die nachfolgenden Parameter chemisch-analytisch untersucht. In der Tabelle 5 werden die Analyseergebnisse den Vorsorgewerten für die Bodenart Schluff der BBodSchV gegenübergestellt.

Tabelle 5 Chemisch-analytischer Befund gem. BBodSchV

Parameter	Vorsorgewerte Bodenart „Schluff“ [mg/kg]	MP Oberboden 1 [mg/kg]	MP Oberboden 2 [mg/kg]
Blei	70	28	27
Cadmium	1	0,3	0,5
Chrom	60	55	45
Kupfer	40	18	15
Nickel	50	38	31
Quecksilber	0,5	u.d.B.	u.d.B.
Zink	150	54	56
PCB	0,05	u.d.B.	u.d.B.
Benzo(a)pyren	0,3	0,007	0,004
PAK	3	0,090	0,051

u.d.B. = unter der analytischen Bestimmungsgrenze

PCB = Polychlorierte Biphenyle

PAK = Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

Die Mischproben weisen keine Überschreitungen der Vorsorgewerte auf. Es besteht aus umwelttechnischer Sicht somit keine Einschränkungen für eine bodenähnliche Anwendung des Materials.

7.0 Abschließende Bemerkungen

Sämtliche oben aufgeführte Aussagen und Empfehlungen in diesem Gutachten beziehen sich ausschließlich auf die durch die bgm zum Untersuchungszeitpunkt untersuchten Aufschlusspunkte. Eine Interpretation der Bereiche zwischen den Aufschlusspunkten durch Interpolation ist nicht zulässig. Durch Interpolation können keine Rückschlüsse gezogen werden. Eine Haftung der bgm für solche Schlussfolgerungen ist ausgeschlossen.

Sollte im Zuge der Aushubarbeiten ein von den Ausführungen abweichender Bodenaufbau und/oder abweichende Grundwasserverhältnisse angetroffen werden, muss die bgm durch den Auftraggeber sowie durch die für die Aushubarbeiten verantwortliche Stelle (z. B. Generalunternehmer und Nachunternehmer) unverzüglich, insbesondere rechtzeitig informiert und herangezogen werden, um die Situation im Rahmen einer zusätzlichen Beauftragung neu zu bewerten. Dies gilt gleichfalls bei Planungsänderungen.

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

Sämtliche Aussagen, Empfehlungen und Bewertungen basieren auf dem in diesem Bericht beschriebenen Erkundungsrahmen und den hierbei gewonnenen Erkenntnissen.

Der geo- und abfalltechnische Untersuchungsbericht ist nur in seiner Gesamtheit gültig. Eine auszugsweise Vervielfältigung dieses Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung durch die bgm baugrundberatung GmbH.

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

Hungen, den 09.08.2023

Mathias Müssig
(Geschäftsführer)

Dipl.-Geol. Jörn Martini
(Geschäftsführer)

Kristin Sauerbrei
M.Sc. Geowissenschaften
(Projektleiterin)

Grünberg



RKS 1 / 273,91 m NHN
DPH 1

RKS 5 / 275,09 m NHN

RKS 2 / 276,96 m NHN

RKS 6 / 276,93 m NHN

RKS 3 / 280,32 m NHN

RKS 10 / 276,49 m NHN

RKS 7 / 278,97 m NHN
DPH 7

RKS 14 / 275,03 m NHN
DPH 14

RKS 9 / 282,14 m NHN

RKS 12 / 279,44 m NHN

RKS 15 / 276,13 m NHN

DPH 18

RKS 18 / 277,31 m NHN

RKS 4 / 284,35 m NHN
DPH 4

RKS 11 / 281,09 m NHN

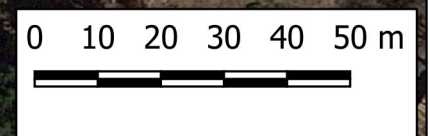
RKS 16 / 278,51 m NHN

RKS 8 / 283,07 m NHN

RKS 13 / 281,62 m NHN

DPH 17

RKS 17 / 280,71 m NHN



Legende:
● Rammkernsondierungen (RKS) [18]
● Rammsondierungen (DPH) [6]
Google Satellite

Auftraggeber:
Der Magistrat der Stadt Grünberg
- Fachbereich IV - Bauen
Rabegasse 1
35305 Grünberg
Bauvorhaben:
Grünberg, Weickertshainer Fußpfad
orientierende Untersuchung
Baugrund-/Abfalluntersuchung

Planverfasser:	Hofmann
gezeichnet:	Sauerbrei
Zeichnung:	Lageplan
Maßstab:	1 : 1200 (A3)
Datum:	26.07.2023
Projektnummer:	23-213
Anlage:	1

bgm baugrundberatung GmbH
Beethovenstraße 37a
35410 Hungen

RKS 2

276,96 m NHN

RKS 6

276,93 m NHN

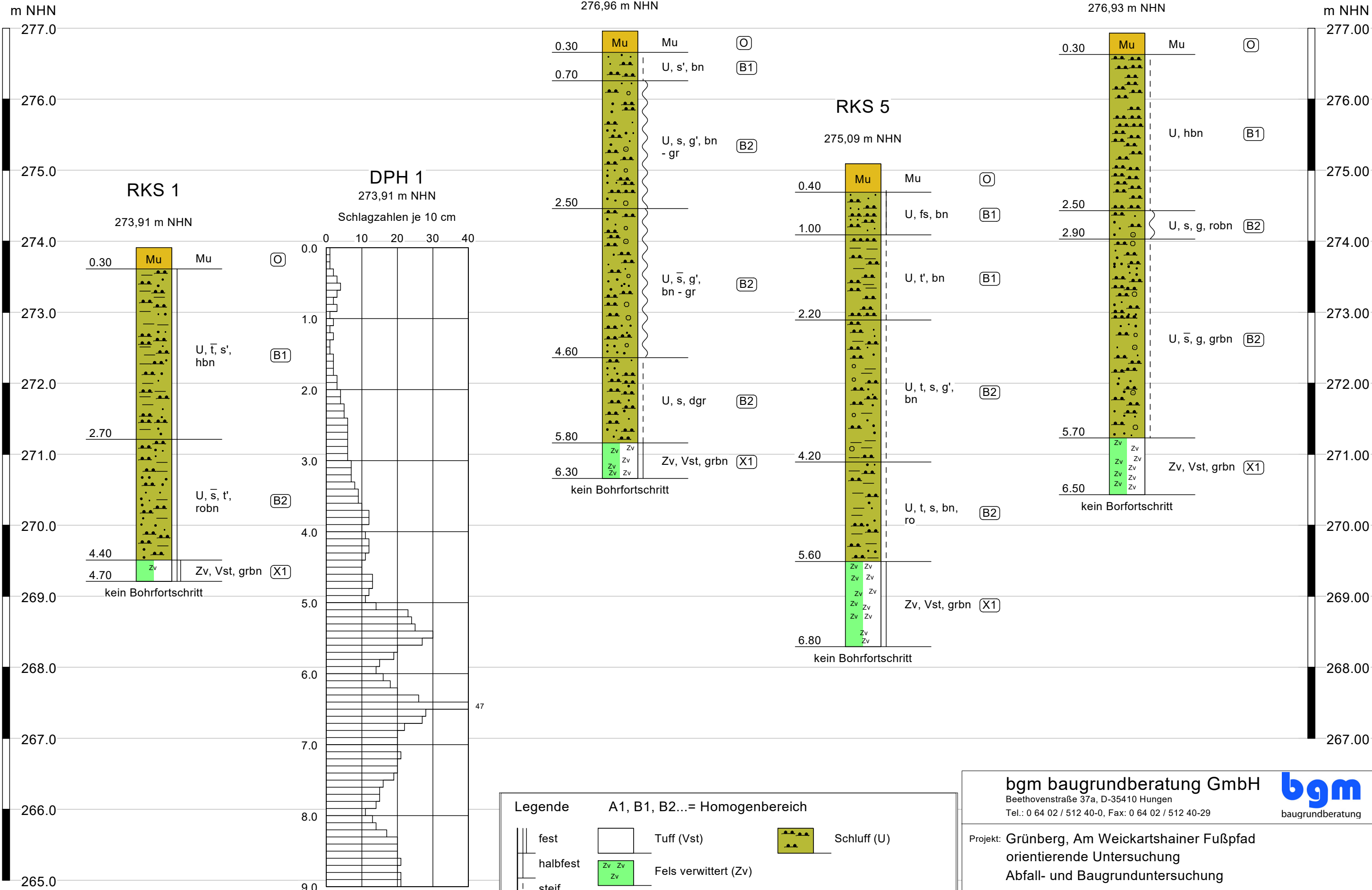
RKS 5

275,09 m NHN

DPH 1

273,91 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



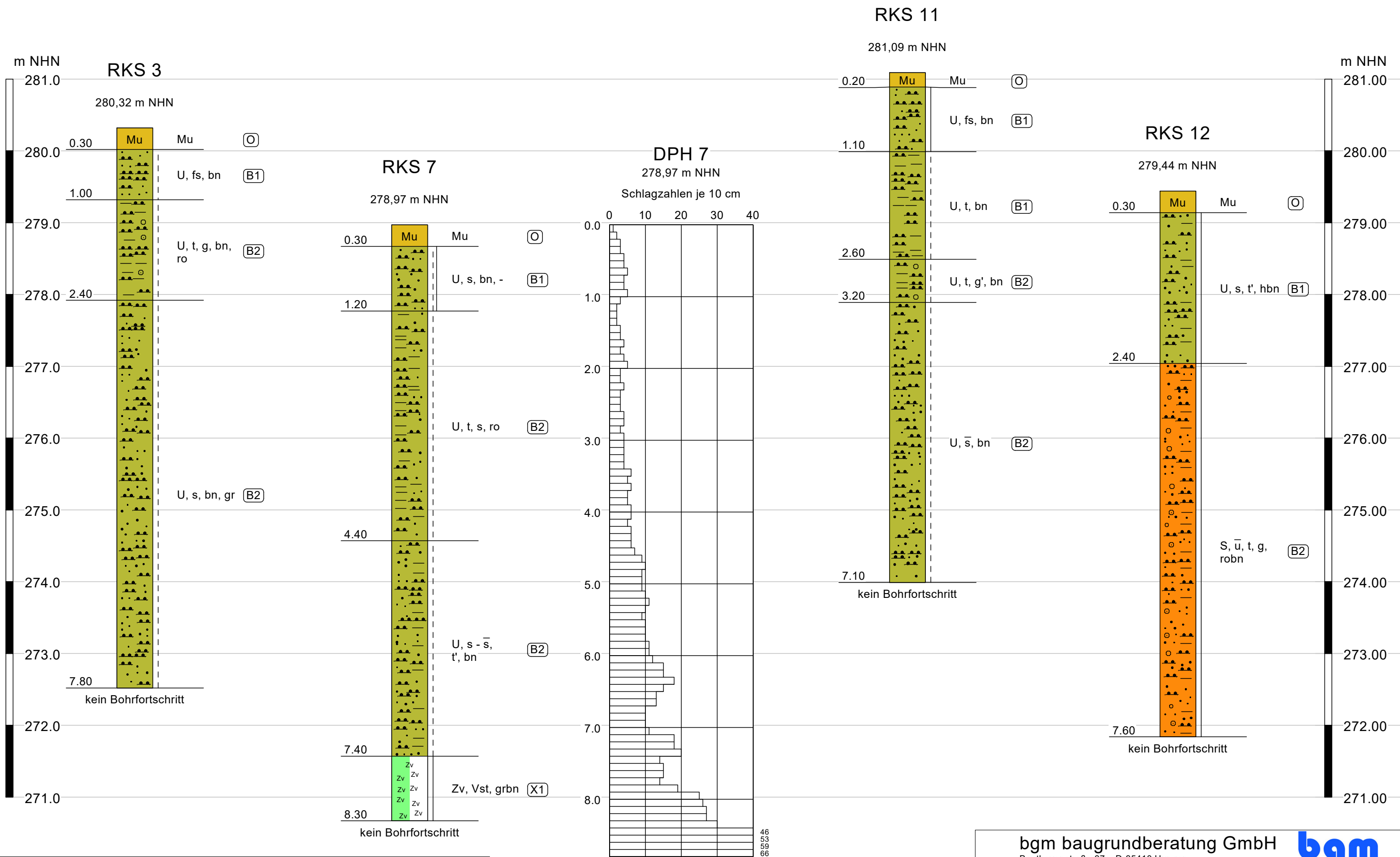
Legende A1, B1, B2...= Homogenbereich

	fest		Tuff (Vst)		Schluff (U)
	halbfest		Fels verwittert (Zv)		
	steif		Mutterboden (Mu)		
	weich				

bgm baugrundberatung GmbH
 Beethovenstraße 37a, D-35410 Hungen
 Tel.: 0 64 02 / 512 40-0, Fax: 0 64 02 / 512 40-29

Projekt: Grünberg, Am Weickartshainer Fußpfad
 orientierende Untersuchung
 Abfall- und Baugrunduntersuchung

Zeichnerische Darstellung der Bohrprofile gemäß DIN 4023 Maßstab d. Höhe: 1 : 50 Projekt-Nr.: 23-213 Anlage-Nr.: 2.1



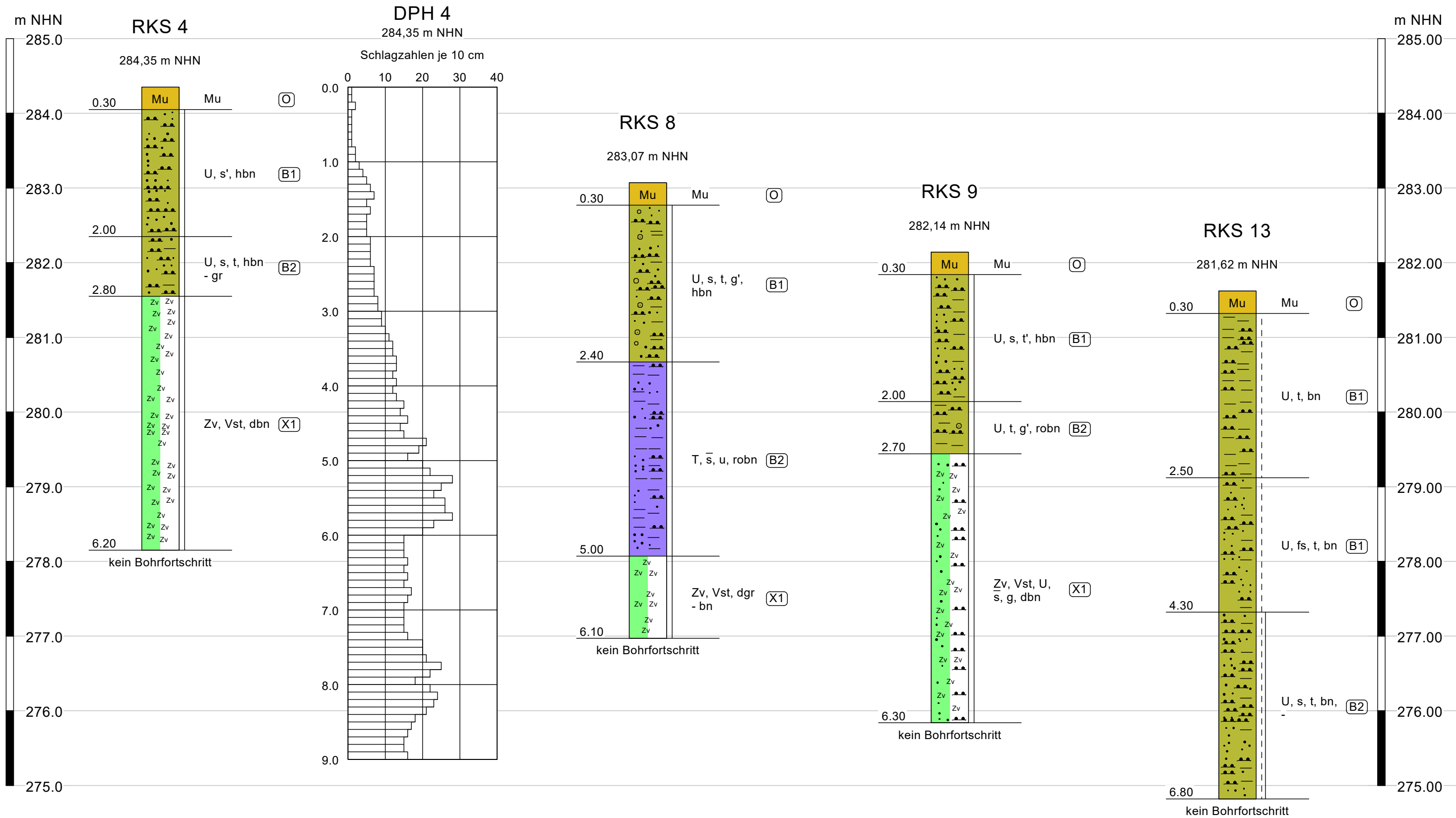
Legende A1, B1, B2...= Homogenbereich

halbfest	Tuff (Vst)	Sand (S)
steif - halbfest	Fels verwittert (Zv)	Schluff (U)
steif	Mutterboden (Mu)	

bgm baugrundberatung GmbH
 Beethovenstraße 37a, D-35410 Hungen
 Tel.: 0 64 02 / 512 40-0, Fax: 0 64 02 / 512 40-29

Projekt: Grünberg, Am Weickartshainer Fußpfad
 orientierende Untersuchung
 Abfall- und Baugrunduntersuchung

Zeichnerische Darstellung der Bohrprofile gemäß DIN 4023	Maßstab d. Höhe: 1 : 50	Projekt-Nr.: 23-213	Anlage-Nr.: 2.2
--	-------------------------	---------------------	-----------------



Legende A1, B1, B2...= Homogenbereich

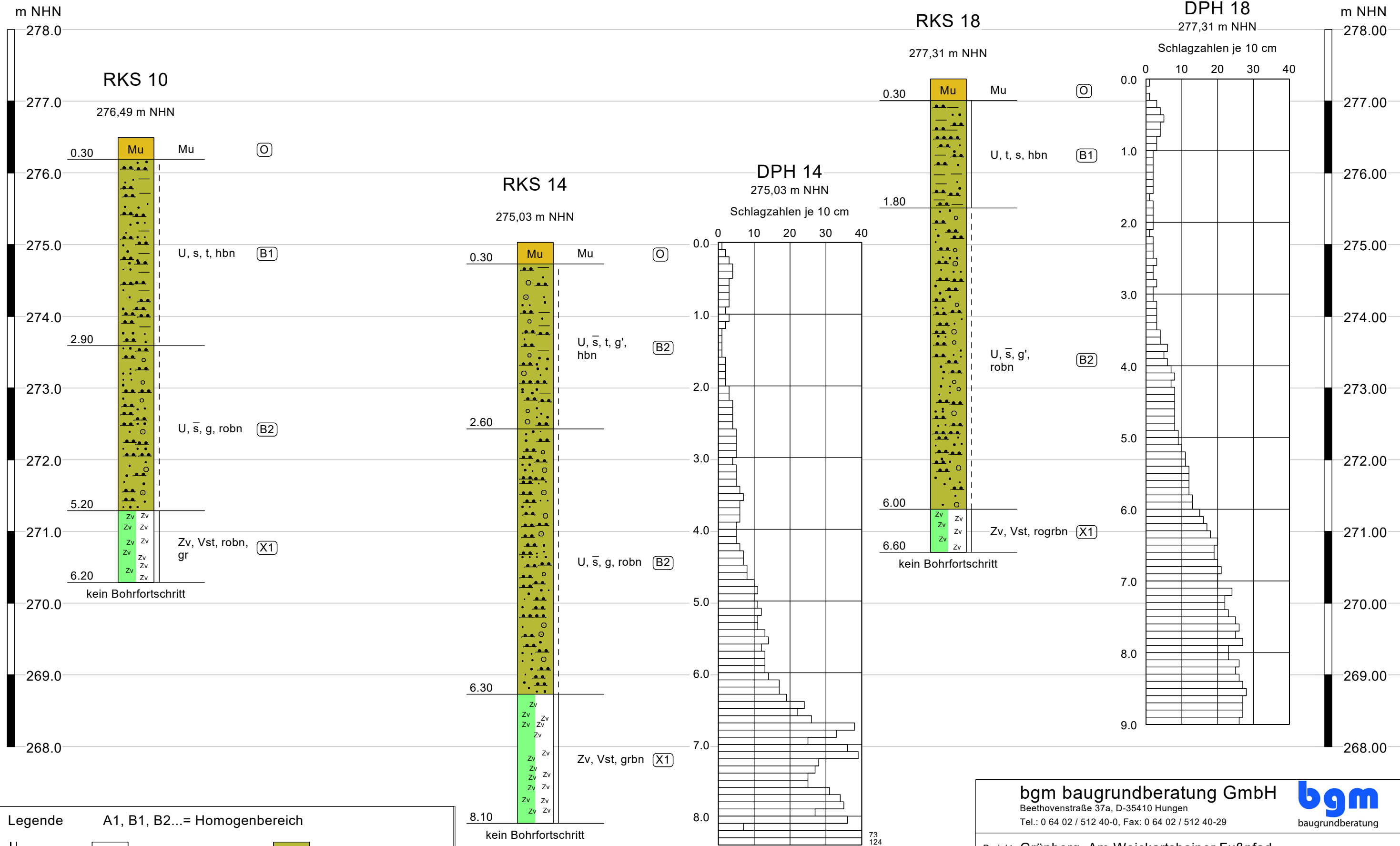
halbfest	Tuff (Vst)	Schluff (U)
steif - halbfest	Zv Zv Zv Fels verwittert (Zv)	Ton (T)
steif	Mu Mutterboden (Mu)	

bgm baugrundberatung GmbH
 Beethovenstraße 37a, D-35410 Hungen
 Tel.: 0 64 02 / 512 40-0, Fax: 0 64 02 / 512 40-29

bgm
baugrundberatung

Projekt: Grünberg, Am Weickartshainer Fußpfad
 orientierende Untersuchung
 Abfall- und Baugrunduntersuchung

Zeichnerische Darstellung der Bohrprofile gemäß DIN 4023	Maßstab d. Höhe: 1 : 50	Projekt-Nr.: 23-213	Anlage-Nr.: 2.3
--	-------------------------	---------------------	-----------------



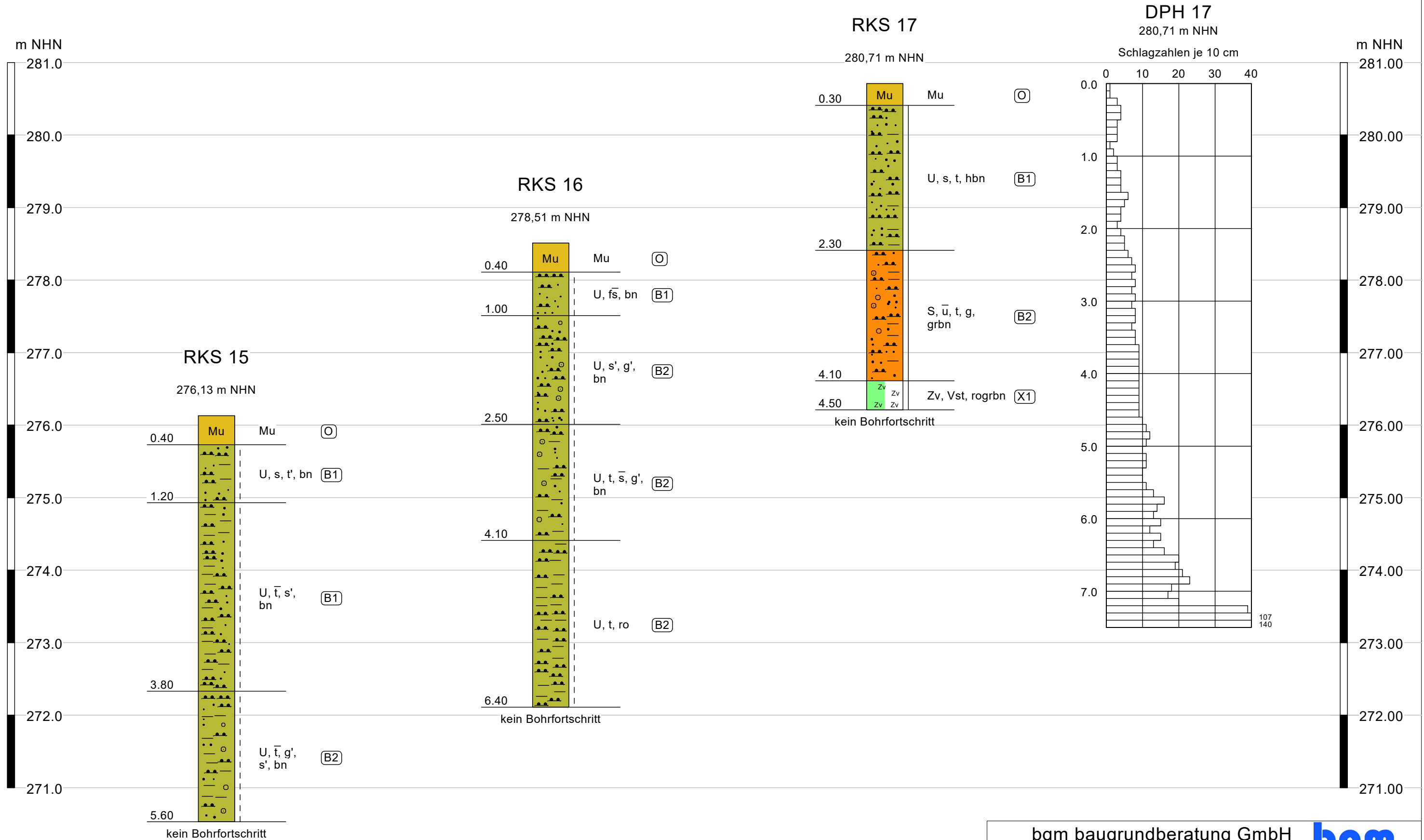
Legende A1, B1, B2...= Homogenbereich

	halbfest		Tuff (Vst)		Schluff (U)
	steif		Fels verwittert (Zv)		Mutterboden (Mu)

bgm baugrundberatung GmbH
 Beethovenstraße 37a, D-35410 Hungen
 Tel.: 0 64 02 / 512 40-0, Fax: 0 64 02 / 512 40-29

Projekt: Grünberg, Am Weickartshainer Fußpfad
 orientierende Untersuchung
 Abfall- und Baugrunduntersuchung

Zeichnerische Darstellung der Bohrprofile gemäß DIN 4023	Maßstab d. Höhe: 1 : 50	Projekt-Nr.: 23-213	Anlage-Nr.: 2.4
--	-------------------------	---------------------	-----------------



Legende		A1, B1, B2...= Homogenbereich	
	halbfest		Tuff (Vst)
	steif		Fels verwittert (Zv)
	Mutterboden (Mu)		Sand (S)
			Schluff (U)

bgm baugrundberatung GmbH
 Beethovenstraße 37a, D-35410 Hungen
 Tel.: 0 64 02 / 512 40-0, Fax: 0 64 02 / 512 40-29

bgm
 baugrundberatung

Projekt: Grünberg, Am Weickartshainer Fußpfad
 orientierende Untersuchung
 Abfall- und Baugrunduntersuchung

Zeichnerische Darstellung der Bohrprofile gemäß DIN 4023	Maßstab d. Höhe: 1 : 50	Projekt-Nr.: 23-213	Anlage-Nr.: 2.5
--	-------------------------	---------------------	-----------------



bgm baugrundberatung GmbH
 Beethovenstraße 37a
 35410 Hungen
 Tel.: 06402 / 512 40-0 Fax: 06402 / 512 40-29

Bearbeiter: Dietz

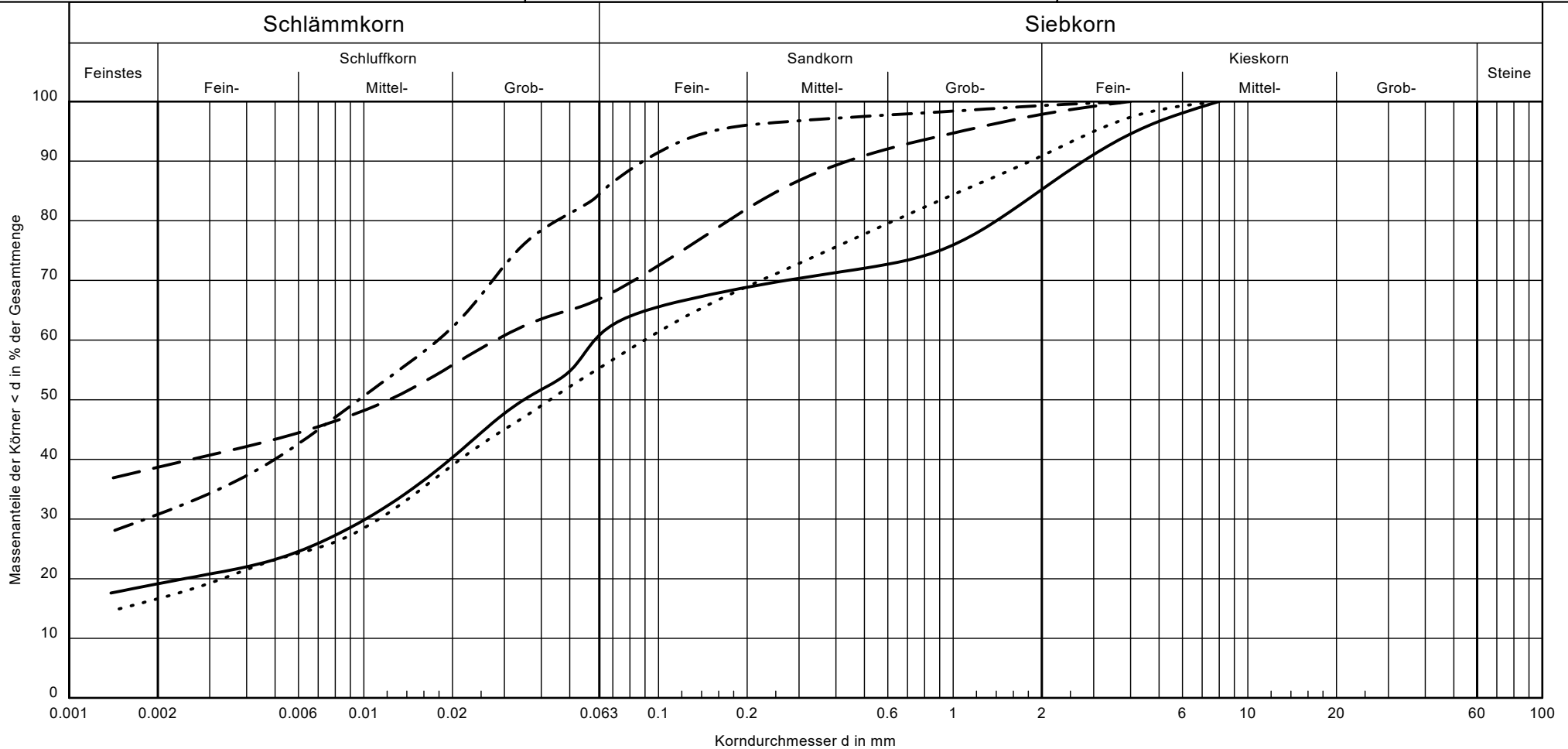
Datum: 03.08.2023

Körnungslinie

Grünberg

Am Weickartshainer Fußpfad

Prüfungsnummer : 23-213
 Entnahmearart/-datum : 27.07.2023
 Probenehmer : Michel/ Dietz
 Arbeitsweise nach : DIN EN ISO 17892-4



Signatur	—————	-----	- . - . -
Probenbezeichnung	RKS 8/2	RKS 8/3	RKS 1/2	RKS 14/2
Entnahmestelle	RKS 8	RKS 8	RKS 1	RKS 14
Tiefe [m]	0,30m - 2,40m	2,40m - 5,0m	0,30m - 2,70m	0,30m - 2,60m
Bodenart	U, s, t, g'	T, s, u	U, t, s'	U, s, t, g'
Bodengruppe	UM	UL-UM	UM	UM
Frostsicherheit	F3	F3	F3	F3
d ₁₀ /d ₆₀ [mm]	- / 0.0608	- / 0.0280	- / 0.0179	- / 0.0897
T/U/S/G [%]	19.1/41.7/24.4/14.8	38.7/28.2/31.0/2.2	30.8/53.7/14.8/0.7	16.6/38.7/35.6/9.1

Bemerkungen:

Projekt Nr.:
 23-213
 Anlage:
 3.1.1



bgm baugrundberatung GmbH
 Beethovenstraße 37a
 35410 Hungen
 Tel.: 06402 / 512 40-0 Fax: 06402 / 512 40-29

Bearbeiter: Ernst

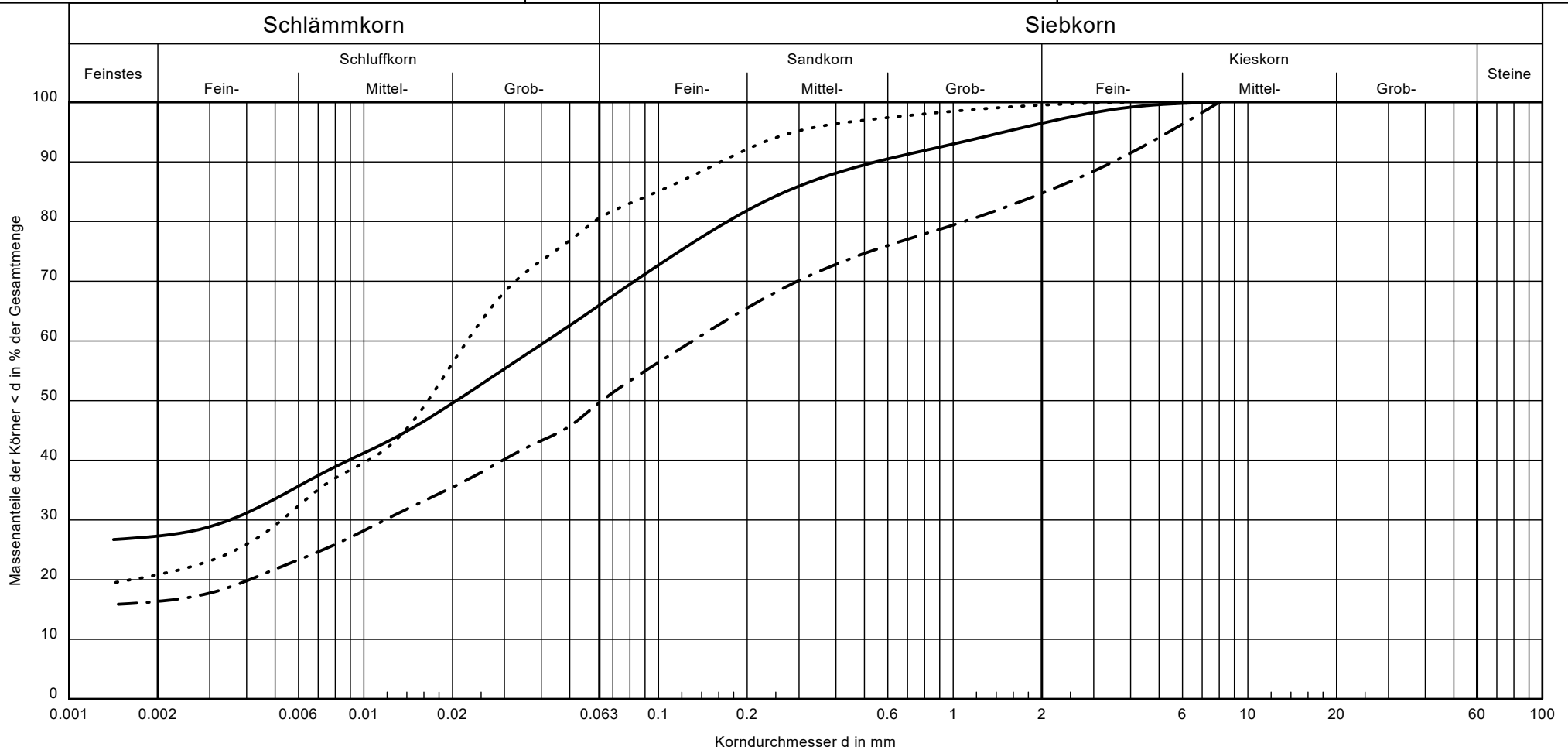
Datum: 07.08.2023

Körnungslinie

Grünberg

Am Weickartshainer Fußpfad

Prüfungsnummer : 23-213
 Entnahmekart/-datum : 27.07.2023
 Probenehmer : Ernst/Emmrich
 Arbeitsweise nach : DIN EN ISO 17892-4



Signatur	—————	- - - - -	Bemerkungen:	Projekt Nr.: 23-213 Anlage: 3.1.2
Probenbezeichnung	RKS 12/3	RKS 17/3	RKS 18/2		
Entnahmestelle	RKS 12	RKS 17	RKS 18		
Tiefe [m]	2,40 - 7,60	2,30 - 4,10	0,30 - 1,80		
Bodenart	U, s, t	S, u, t, g	U, t, s		
Bodengruppe	UM	UM-SU*	UM		
Frostsicherheit	F3	F3	F3		
d ₁₀ /d ₆₀ [mm]	- / 0.0417	- / 0.1306	- / 0.0224		
T/U/S/G [%]	27.3/38.7/30.5/3.5	16.4/33.3/35.1/15.3	20.8/59.8/18.9/0.5		

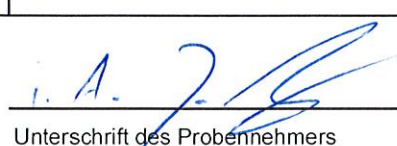
Projekt:	Grünberg	Projektleiter:	Martini
	Am Weickertshainer Fußpfad	Probennehmer:	Michel
Projektnr:	23-213	Entnahmedatum:	27.07.2023
Bearbeiter:	Hillier	Datum:	01.08.2023


Wassergehalt durch Ofentrocknung nach DIN EN ISO 17892-1

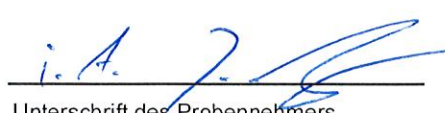
Probenbezeichnung	RKS 1/2	RKS 8/2	RKS 8/3
Bodenart	U, t*, s'	U, s, t, g'	T, s*, u
Entnahmetiefe [m]	0,30 - 2,70	0,30 - 2,40	2,40 - 5,00
Behälternr.	44	X	22
Feuchte Probe + Behälter [g]	223,23	230,47	214,90
Trockene Probe + Behälter [g]	198,17	210,02	182,04
Behälter [g]	77,81	72,92	99,11
Wasser [g]	25,06	20,45	32,86
Trockene Probe [g]	120,36	137,10	82,93
Wassergehalt [%]	20,8	14,9	39,6

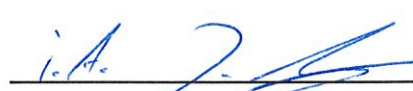
Probenbezeichnung	RKS 12/3	RKS 14/2	RKS 17/3
Bodenart	U, s*, t	U, s*, t, g'	S, u*, t, g
Entnahmetiefe [m]	2,40 - 7,60	2,60 - 6,30	2,30 - 4,10
Behälternr.	23	XVIII	XV
Feuchte Probe + Behälter [g]	197,6	235,1	216,4
Trockene Probe + Behälter [g]	164,08	189,31	173,13
Behälter [g]	87,0	78,5	82,7
Wasser [g]	33,52	45,79	43,27
Trockene Probe [g]	77,08	110,81	90,43
Wassergehalt [%]	43,5	41,3	47,8

Probenbezeichnung	RKS 18/2		
Bodenart	U, t, s		
Entnahmetiefe [m]	1,80 - 6,00		
Behälternr.	21		
Feuchte Probe + Behälter [g]	200,3		
Trockene Probe + Behälter [g]	176,14		
Behälter [g]	78,1		
Wasser [g]	24,16		
Trockene Probe [g]	98,04		
Wassergehalt [%]	24,6		

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> 23-213	<u>Probenbezeichnung</u> MP Oberboden-1	<u>Anlage</u> 4.1
Projektbezeichnung	Grünberg, Neubau Bau- und Servicehof		Datum: 02.08.2023
Auftraggeber	Stadt Grünberg, Rabegasse 1, 35305 Grünberg		
Probennahmeort	Grünberg, Landwirtschaftliche Fläche, Am Weickersthainer Fußpfad		
Probennahmestelle Tiefe	RKS 1 bis RKS 9	ca. 0,00 - 0,40 m	
Beschreibung der Probe	Oberboden, schluffig		
Art der Abdeckung	<input checked="" type="checkbox"/> ohne	<input type="checkbox"/> Folie	<input type="checkbox"/> Halle <input type="checkbox"/> Asphalt / Pflaster
Art der Lagerung / Volumen	<input type="checkbox"/> Miete/ Haufwerk	<input checked="" type="checkbox"/> Sondierung	<input type="checkbox"/> Schurf m³ t
Lagerungsdauer / Einflüsse	unbekannt	Witterung	
Probennahmeverfahren	Rammkernsondierung		
Probennahmegerät	<input type="checkbox"/> Schaufel	<input type="checkbox"/> Bohrstock	<input checked="" type="checkbox"/> RKS <input type="checkbox"/> Hammer + Meißel
Probennahmebehälter	<input checked="" type="checkbox"/> PE	<input type="checkbox"/> Glas	<input type="checkbox"/> Headspace <input type="checkbox"/>
Anzahl ...	Einzelproben: 9	Mischproben: 1	Laborprobe: 1
	Einzelprobe je Mischprobe: 1		Sonderprobe:
Probenvorbereitung	<input type="checkbox"/> Fraktionierendes Schaufeln <input type="checkbox"/> Probenkreuz <input type="checkbox"/> Homogenisieren <input type="checkbox"/>		
Fremdbestandteile (Vol-% der Gesamtprobe)	~ %	~ %	~ %
Schadstoffverdacht	---		
Größtkorn [mm]	<input type="checkbox"/> ≤ 2 (1 Probe)	<input type="checkbox"/> ≤ 20 (2 Probe)	<input type="checkbox"/> ≤ 50 (4 Probe) <input checked="" type="checkbox"/> ≤ 120 (10 Probe)
Farbe / Geruch	braun		unauffällig
Homogenität / Untersuchung	<input checked="" type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	Organoleptik
Probentransport u. Lagerung	<input checked="" type="checkbox"/> kühl	<input checked="" type="checkbox"/> dunkel	<input checked="" type="checkbox"/> trocken <input type="checkbox"/>
Lageplan / Profile / Fotodoku	Anlage 1	Anlage 2	---
Bemerkungen	---		
Untersuchungsstelle	Dr. Döring Laboratorien GmbH // Prüfbericht Nr. 040823096		
Probennehmer / Anwesende	Hofmann		
Grünberg, 02.08.2023 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	<u>Projekt-Nr.</u> 23-213	<u>Probenbezeichnung</u> MP Oberboden-2	<u>Anlage</u> 4.2
Projektbezeichnung	Grünberg, Neubau Bau- und Servicehof		Datum: 02.08.2023
Auftraggeber	Stadt Grünberg, Rabegasse 1, 35305 Grünberg		
Probennahmeort	Grünberg, Landwirtschaftliche Fläche, Am Weickersthainer Fußpfad		
Probennahmestelle Tiefe	RKS 10 bis RKS 18	ca. 0,00 - 0,40 m	
Beschreibung der Probe	Oberboden, schluffig		
Art der Abdeckung	<input checked="" type="checkbox"/> ohne	<input type="checkbox"/> Folie	<input type="checkbox"/> Halle <input type="checkbox"/> Asphalt / Pflaster
Art der Lagerung / Volumen	<input type="checkbox"/> Miete/ Haufwerk	<input checked="" type="checkbox"/> Sondierung	<input type="checkbox"/> Schurf m ³ t
Lagerungsdauer / Einflüsse	unbekannt	Witterung	
Probennahmeverfahren	Rammkernsondierung		
Probennahmegerät	<input type="checkbox"/> Schaufel	<input type="checkbox"/> Bohrstock	<input checked="" type="checkbox"/> RKS <input type="checkbox"/> Hammer + Meißel
Probennahmebehälter	<input checked="" type="checkbox"/> PE	<input type="checkbox"/> Glas	<input type="checkbox"/> Headspace <input type="checkbox"/>
Anzahl ...	Einzelproben: 9	Mischproben: 1	Laborprobe: 1
	Einzelprobe je Mischprobe: 1		Sonderprobe:
Probenvorbereitung	<input type="checkbox"/> Fraktionierendes Schaufeln <input type="checkbox"/> Probenkreuz <input type="checkbox"/> Homogenisieren <input type="checkbox"/>		
Fremdbestandteile (Vol-% der Gesamtprobe)	~ %	~ %	~ %
Schadstoffverdacht	---		
Größtkorn [mm]	<input type="checkbox"/> ≤ 2 (1 l Probe)	<input type="checkbox"/> ≤ 20 (2 l Probe)	<input type="checkbox"/> ≤ 50 (4 l Probe) <input checked="" type="checkbox"/> ≤ 120 (10 l Probe)
Farbe / Geruch	braun		unauffällig
Homogenität / Untersuchung	<input checked="" type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	Organoleptik
Probentransport u. Lagerung	<input checked="" type="checkbox"/> kühl	<input checked="" type="checkbox"/> dunkel	<input checked="" type="checkbox"/> trocken <input type="checkbox"/>
Lageplan / Profile / Fotodoku	Anlage 1	Anlage 2	---
Bemerkungen	---		
Untersuchungsstelle	Dr. Döring Laboratorien GmbH // Prüfbericht Nr. 040823096		
Probennehmer / Anwesende	Hofmann		
Grünberg, 02.08.2023 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	<u>Projekt-Nr.</u> 23-213	<u>Probenbezeichnung</u> MP Boden-1	<u>Anlage</u> 4.3
Projektbezeichnung	Grünberg, Neubau Bau- und Servicehof		Datum: 02.08.2023
Auftraggeber	Stadt Grünberg, Rabegasse 1, 35305 Grünberg		
Probennahmeort	Grünberg, Landwirtschaftliche Fläche, Am Weickersthainer Fußpfad		
Probennahmestelle Tiefe	RKS 1 bis RKS 9	0,30 - 8,30 m	
Beschreibung der Probe	Löss / Lösslehm / Verwitterungslehm / Felszersatz		
Art der Abdeckung	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> Folie <input type="checkbox"/> Halle <input type="checkbox"/> Asphalt / Pflaster		
Art der Lagerung / Volumen	<input type="checkbox"/> Miete/ Haufwerk <input checked="" type="checkbox"/> Sondierung <input type="checkbox"/> Schurf	m ³	t
Lagerungsdauer / Einflüsse	unbekannt	Witterung	
Probennahmeverfahren	Rammkernsondierung		
Probennahmegerät	<input type="checkbox"/> Schaufel <input type="checkbox"/> Bohrstock <input checked="" type="checkbox"/> RKS <input type="checkbox"/> Hammer + Meißel <input type="checkbox"/> Spaten <input type="checkbox"/> Bagger <input type="checkbox"/> Edelstahlkelle		
Probennahmebehälter	<input checked="" type="checkbox"/> PE <input type="checkbox"/> Glas <input type="checkbox"/> Headspace <input type="checkbox"/>		
Anzahl ...	Einzelproben: 33	Mischproben: 9	Laborprobe: 1
	Einzelprobe je Mischprobe: 3 bis 5		Sonderprobe:
Probenvorbereitung	<input type="checkbox"/> Fraktionierendes Schaufeln <input type="checkbox"/> Probenkreuz <input type="checkbox"/> Homogenisieren <input type="checkbox"/>		
Fremdbestandteile (Vol-% der Gesamtprobe)	~ %	~ %	~ %
Schadstoffverdacht	---		
Größtkorn [mm]	<input type="checkbox"/> ≤ 2 (1 Probe) <input type="checkbox"/> ≤ 20 (2 Probe) <input type="checkbox"/> ≤ 50 (4 Probe) <input checked="" type="checkbox"/> ≤ 120 (10 Probe)		
Farbe / Geruch	braun	unauffällig	
Homogenität / Untersuchung	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	Organoleptik	
Probentransport u. Lagerung	<input checked="" type="checkbox"/> kühl <input checked="" type="checkbox"/> dunkel <input checked="" type="checkbox"/> trocken <input type="checkbox"/>		
Lageplan / Profile / Fotodoku	Anlage 1	Anlage 2	---
Bemerkungen	---		
Untersuchungsstelle	Dr. Döring Laboratorien GmbH // Prüfbericht Nr. 040823096		
Probennehmer / Anwesende	Hofmann		
Grünberg, 02.08.2023 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	<u>Projekt-Nr.</u> 23-213	<u>Probenbezeichnung</u> MP Boden-2	<u>Anlage</u> 4.4
Projektbezeichnung	Grünberg, Neubau Bau- und Servicehof		Datum: 02.08.2023
Auftraggeber	Stadt Grünberg, Rabegasse 1, 35305 Grünberg		
Probennahmeort	Grünberg, Landwirtschaftliche Fläche, Am Weickersthainer Fußpfad		
Probennahmestelle Tiefe	RKS 9 bis RKS 18	0,30 - 8,10 m	
Beschreibung der Probe	Löss / Lösslehm / Verwitterungslehm / Felszersatz		
Art der Abdeckung	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> Folie <input type="checkbox"/> Halle <input type="checkbox"/> Asphalt / Pflaster		
Art der Lagerung / Volumen	<input type="checkbox"/> Miete/ Haufwerk <input checked="" type="checkbox"/> Sondierung <input type="checkbox"/> Schurf	m ³	t
Lagerungsdauer / Einflüsse	unbekannt	Witterung	
Probennahmeverfahren	Rammkernsondierung		
Probennahmegerät	<input type="checkbox"/> Schaufel <input type="checkbox"/> Bohrstock <input checked="" type="checkbox"/> RKS <input type="checkbox"/> Hammer + Meißel <input type="checkbox"/> Spaten <input type="checkbox"/> Bagger <input type="checkbox"/> Edelstahlkelle		
Probennahmebehälter	<input checked="" type="checkbox"/> PE <input type="checkbox"/> Glas <input type="checkbox"/> Headspace <input type="checkbox"/>		
Anzahl ...	Einzelproben: 28	Mischproben: 9	Laborprobe: 1
	Einzelprobe je Mischprobe: 3 bis 4		Sonderprobe:
Probenvorbereitung	<input type="checkbox"/> Fraktionierendes Schaufeln <input type="checkbox"/> Probenkreuz <input type="checkbox"/> Homogenisieren <input type="checkbox"/>		
Fremdbestandteile (Vol-% der Gesamtprobe)	~ %	~ %	~ %
Schadstoffverdacht	---		
Größtkorn [mm]	<input type="checkbox"/> ≤ 2 (1 l Probe) <input type="checkbox"/> ≤ 20 (2 l Probe) <input type="checkbox"/> ≤ 50 (4 l Probe) <input checked="" type="checkbox"/> ≤ 120 (10 l Probe)		
Farbe / Geruch	braun	unauffällig	
Homogenität / Untersuchung	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein		Organoleptik
Probentransport u. Lagerung	<input checked="" type="checkbox"/> kühl <input checked="" type="checkbox"/> dunkel <input checked="" type="checkbox"/> trocken <input type="checkbox"/>		
Lageplan / Profile / Fotodoku	Anlage 1	Anlage 2	---
Bemerkungen	---		
Untersuchungsstelle	Dr. Döring Laboratorien GmbH // Prüfbericht Nr. 040823096		
Probennehmer / Anwesende	Hofmann		
Grünberg, 02.08.2023 Ort, Datum		 Unterschrift des Probennehmers	

Laboratorien Dr. Döring Haferwende 21 28357 Bremen

bgm Baugrundberatung GmbH
Beethovenstraße 37a

35410 HUNGEN

8. August 2023

PRÜFBERICHT 040823096

Auftragsnr. Auftraggeber: 23-213, Herr Martini
Projektbezeichnung: Grünberg
Probenahme: durch Auftraggeber am 27.07.2023
Probentransport: durch Laboratorien Dr. Döring GmbH am 30.07.2023
Probeneingang: 31.07.2023
Prüfzeitraum: 31.07.2023 – 08.08.2023
Probennummer: 146914 - 146917 / 23
Probenmaterial: Boden
Verpackung: PE - Eimer
Bemerkungen: z.T. Eil- und Nachanalytik
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 - 5
Messverfahren: Seite 2
Qualitätskontrolle:

Dr. Jens Krause
(stellv. Laborleiter)

Dr. Joachim Döring
(Geschäftsführer)

Probenvorbereitung:		DIN 19747: 2009-07
Messverfahren:	Trockenmasse	DIN EN 14346: 2007-03
	Kohlenwasserstoffe (GC;F)	DIN EN 14039: 2005-1: i.V. mit LAGA KW/04: 2019-04
	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
	PAK (F)	DIN ISO 18287: 2006-05
	Eluat	DIN 19529: 2009-01
	pH-Wert (E)	DIN EN ISO 10523 (C 5): 2012-04
	el. Leitfähigkeit (E)	DIN EN 27888 (C8): 1993-11
	Sulfat (E)	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07
	PAK (E)	DIN 38407-F 39: 2011-09
	PCB (E)	DIN 38407-37: 2013-11
	1-/2-Methylnaphthalin	DIN 38407-F 39: 2011-09
	TOC (F)	DIN EN 15936: 2012-11
	Humusgehalt	DIN 38414-S3:1985-11
	EOX (F)	DIN 38414-17 (S17): 2017-01

Labornummer	146914	146915	
Probenbezeichnung	MP Oberboden-1	MP Oberboden-2	
Fraktion	< 2 mm	< 2 mm	
Dimension	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	
Trockenmasse [%]	88,0	87,2	
Humusgehalt [%]	2,2	1,9	
Blei	28	27	
Cadmium	0,3	0,3	
Chrom	55	45	
Kupfer	18	15	
Nickel	38	31	
Quecksilber	< 0,1	< 0,1	
Zink	54	56	
PCB 28	< 0,001	< 0,001	
PCB 52	< 0,001	< 0,001	
PCB 101	< 0,001	< 0,001	
PCB 138	< 0,001	< 0,001	
PCB 153	< 0,001	< 0,001	
PCB 180	< 0,001	< 0,001	
Summe PCB (6 Kong.)	n.n.	n.n.	
Naphthalin	< 0,001	0,001	
Acenaphthylen	< 0,001	< 0,001	
Acenaphthen	< 0,001	< 0,001	
Fluoren	< 0,001	< 0,001	
Phenanthren	0,006	0,003	
Anthracen	0,002	< 0,001	
Fluoranthren	0,015	0,008	
Pyren	0,012	0,006	
Benzo(a)anthracen	0,006	0,005	
Chrysen	0,008	0,006	
Benzo(b)fluoranthren	0,014	0,009	
Benzo(k)fluoranthren	0,007	0,003	
Benzo(a)pyren	0,007	0,004	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,005	0,003	
Dibenzo(a,h)anthracen	0,002	< 0,001	
Benzo(g,h,i)perylene	0,006	0,003	
Summe PAK (EPA)	0,090	0,051	

Labornummer	-	146916	146917	
Probenbezeichnung	-	MP Boden-1	MP Boden-2	
Parameter	Dimension	-	-	
Trockenmasse	[%]	77,2	83,0	
TOC	[%]	0,32	0,30	
Kohlenwasserstoffe, n-C ₁₀₋₂₂	[mg/kg TS]	< 5	< 5	
Kohlenwasserstoffe, n-C ₁₀₋₄₀	[mg/kg TS]	< 5	19	
EOX	[mg/kg TS]	< 0,1	0,2	
Arsen	[mg/kg TS]	4,4	9,7	
Blei	[mg/kg TS]	9,2	16	
Cadmium	[mg/kg TS]	0,4	< 0,1	
Chrom	[mg/kg TS]	270	90	
Kupfer	[mg/kg TS]	34	16	
Nickel	[mg/kg TS]	360	53	
Quecksilber	[mg/kg TS]	< 0,1	< 0,1	
Thallium	[mg/kg TS]	0,1	0,2	
Zink	[mg/kg TS]	230	55	
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,001	< 0,001	
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,001	< 0,001	
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,001	< 0,001	
PCB 118	[mg/kg TS]	< 0,001	< 0,001	
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,001	< 0,001	
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,001	< 0,001	
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,001	< 0,001	
Summe PCB (7 Kong.)	[mg/kg TS]	n.n.	n.n.	
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,001	< 0,001	
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,001	< 0,001	
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,001	< 0,001	
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,001	< 0,001	
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,001	0,007	
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,001	0,001	
Fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,001	0,007	
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,001	0,005	
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,001	0,002	
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,001	0,002	
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,001	0,002	
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,001	< 0,001	
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,001	< 0,001	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,001	< 0,001	
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,001	< 0,001	
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	< 0,001	< 0,001	
Summe PAK	[mg/kg TS]	n.n.	0,026	

Labornummer	-	146916	146917
Probenbezeichnung	-	MP Boden-1	MP Boden-2
Parameter	Dimension	ELUAT	ELUAT
pH-Wert bei 20 °C	[-]	7,6	6,8
el. Leitfähigkeit bei 25°C	[µS/cm]	61	55
Sulfat	[µg/L]	16.000	17.000
Arsen	[µg/L]	< 2,0	< 2,0
Blei	[µg/L]	< 0,2	< 0,2
Cadmium	[µg/L]	< 0,2	< 0,2
Chrom	[µg/L]	1,6	1,7
Kupfer	[µg/L]	< 2,0	< 2,0
Nickel	[µg/L]	1,4	1,6
Quecksilber	[µg/L]	< 0,1	< 0,1
Thallium	[µg/L]	0,1	0,2
Zink	[µg/L]	< 2,0	< 2,0
Acenaphthylen	[µg/L]	< 0,1	< 0,1
Acenaphthen	[µg/L]	< 0,1	< 0,1
Fluoren	[µg/L]	< 0,1	< 0,1
Phenanthren	[µg/L]	< 0,1	< 0,1
Anthracen	[µg/L]	< 0,1	< 0,1
Fluoranthren	[µg/L]	< 0,01	< 0,01
Pyren	[µg/L]	< 0,05	< 0,05
Benzo(a)anthracen	[µg/L]	< 0,05	< 0,05
Chrysen	[µg/L]	< 0,05	< 0,05
Benzo(b)fluoranthren	[µg/L]	< 0,01	< 0,01
Benzo(k)fluoranthren	[µg/L]	< 0,01	< 0,01
Benzo(a)pyren	[µg/L]	< 0,01	< 0,01
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[µg/L]	< 0,01	< 0,01
Dibenzo(a,h)anthracen	[µg/L]	< 0,01	< 0,01
Benzo(g,h,i)perylene	[µg/L]	< 0,01	< 0,01
Summe PAK ohne Naphthalin	[µg/L]	n.n.	n.n.
Naphthalin und Methyl-naphthaline, gesamt	[µg/L]	< 0,1	< 0,1

Materialwerte für Bodenmaterial und Baggergut								Probenbezeichnung / Gesamteinstufung				Bodenart: Schluff		
Fremdbestandteile:	bis 10%			bis 50%				MP Boden 1	>BM-F3	MP Boden 2	BM-0 *			
	Feststoff													x
Parameter	Einheit	BM-0	BM-0 *	BM-F0 *	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Messwert /Zuordnung	Messwert /Zuordnung	Messwert /Zuordnung	TOC ≥ 0,5%			
Arsen (As)	mg/kg	20	20	40	40	40	150	4,4		9,7				n.n. = nicht nachgewiesen
Blei (Pb)	mg/kg	70	140	140	140	140	700	9,2		16,0				
Cadmium (Cd)	mg/kg	1,0	1,0	2	2	2	10	0,4		n.n.				n.a. = nicht analysiert
Chrom ges. (Cr)	mg/kg	60	120	120	120	120	600	270,0	BM-F3	90,0	BM-0 *			
Kupfer (Cu)	mg/kg	40	80	80	80	80	320	34,0		16,0				
Nickel (Ni)	mg/kg	50	100	100	100	100	350	360,0	>BM-F3	53,0	BM-0 *			n.r. = nicht relevant, da Feststoffwert eingehalten (Fußnote 3 zu Tabelle 3 der EBV)
Quecksilber (Hg)	mg/kg	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	5	n.n.		n.n.				
Thallium (Tl)	mg/kg	1,0	1,0	2	2	2	7	0,1		0,2				
Zink (Zn)	mg/kg	150	300	300	300	300	1200	230,0	BM-0 *	55,0				
TOC	Masse-%	1	1	5	5	5	5	0,32		0,3				
KW C ₁₀ - C ₂₂ (GC)	mg/kg		300	300	300	300	1000	n.n.		n.n.				
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,3						n.n.		n.n.				
Σ PAK ₁₆	mg/kg	3	6	6	6	9	30	n.n.		0,026				
PCB ₆ und PCB-118	mg/kg	0,05	0,1					n.n.		n.n.				
EOX	mg/kg	1	1					n.n.		0,2				
Eluat														
pH-Wert ⁴⁾	-			6,5-9,5	6,5-9,5	6,5-9,5	5,5-12	7,6		6,8				
Elektr. Leitfähigkeit ⁴⁾	µS/cm		350	350	500	500	2000	61,0	(BM-0 *)	55,0	(BM-0 *)			
Sulfat	mg/l	250	250	250	450	450	1000	16,0		17,0				
Arsen (As)	µg/l		8	12	20	85	100	n.n.		n.n.				
Blei (Pb)	µg/l		23	35	90	250	470	n.n.		n.n.				
Cadmium (Cd)	µg/l		2	3	3	10	15	n.n.		n.n.				
Chrom ges. (Cr)	µg/l		10	15	150	290	530	1,6	BM-0 *	1,7	BM-0 *			
Kupfer (Cu)	µg/l		20	30	110	170	320	n.n.		n.n.				
Nickel (Ni)	µg/l		20	30	30	150	280	1,4	BM-0 *	1,6	BM-0 *			
Quecksilber (Hg)	µg/l		0,1					n.n.		n.n.				
Thallium (Th)	µg/l		0,2					0,1	n.r.	0,2	n.r.			
Zink (Zn)	µg/l		100	150	160	840	1600	n.n.		n.n.				
Σ PAK ₁₅	µg/l		0,2	0,3	1,5	3,8	20	n.n.		n.n.				
Naphtalin u. Methyln.	µg/l		2					n.n.		n.n.				
PCB ₆ und PCB-118	µg/l		0,01											

Beethovenstraße 37a
D-35410 Hungen
Tel.: 06402 / 512 400
Fax: 06402 / 512 4029
www.bgm-hungen.de
info@bgm-hungen.de

baugrundberatung
bgm

bgm baugrundberatung GmbH Anlage: 6

⁴⁾ Stoffspezifischer Orientierungswert; bei Abweichungen ist die Ursache zu prüfen.