Ingenieur- und Sachverständigenbüro
für Geothermie und Geotechnik

- Erkundung
- Planung
- Beratung
- Gutachten

Geotechnische Untersuchungen auf dem Grundstück Walther-Rathenau-Allee 17 in 64720 Michelstadt

17 Seiten, 4 Tabellen, 4 Anlagen

Auftraggeber:

Ulrich von Christen
Erbacher Straße 40
64720 Michelstadt

Ersteller:

GeoConsult Hamm
Darmstädter Str. 44
64331 Weiterstadt
Tel.: 06150 / 1898 20

E-Mail: info@geoconsult-hamm.de
Internet: www.geoconsult-hamm.de

Projektnummer:

22065

Projektbearbeitung:

K. Hamm, Dipl.-Geol. BDG

Weiterstadt, 08.09.2022

1 Einführung 3

1.1 Veranlassung und Aufgabenstellung 3
1.2 Gelände- und Nutzungsbeschreibung 3
1.3 Durchgeführte Untersuchungen 3

2 Baugrundbeurteilung 4

2.1 Geologische und hydrogeologische Verhältnisse 4
2.2 Frostempfindlichkeit der Bodenschichten 7
2.3 Durchlässigkeit der Bodenschichten 7
2.4 Bodenmechanische Kennwerte 8
2.5 Homogenbereiche (VOB/C, hier DIN 18300) 9
2.6 Erdbebengefährdung 11

3 Gründungsbeurteilung / Empfehlungen zur Bauausführung 11

3.1 Gründungsniveaus 11
3.2 Bodenplatte 12
3.3 Aufzugsunterfahrt 13
3.4 Grundwasser / Abdichtung / Bauwasserhaltung 14
3.5 Böschungen / Baugrubensicherung 15
3.6 Dezentrale Versickerung von Niederschlagswasser 15

4 Allgemeine und abschließende Bemerkungen 16

Anhang

I Bearbeitungsunterlagen

Anlagen

Anlage 1: Lageplan mit Untersuchungspunkten, Maßstab 1 : 250 (1 Seite)
Anlage 2: Bohrprofile gemäß DIN 4023 und Legende (6 Seiten)
Anlage 3: Rammprofile gemäß DIN 4094 / DIN EN ISO 22476-2 (3 Seiten)
Anlage 4: Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen (8 Seiten)

1 Einführung

1.1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Das Ingenieurbüro GeoConsult Hamm wurde am 20.07.2022 durch Herrn Ulrich von Christen, Erbacher Straße 40, 64720 Michelstadt, mit der Durchführung von geotechnischen Untersuchungen auf dem Grundstück Walther-Rathenau-Allee 17 in 64720 Michelstadt, beauftragt. Auftragsgrundlage war das Honorarangebot Nr. 22065-1-2022065 von GeoConsult Hamm vom 04.07.2022.

Der Bauherr plant auf dem o.g. Grundstück die Errichtung eines 3-geschossigen Bürogebäudes. Das Bauwerk wird nicht unterkellert. Die Gründung erfolgt über eine ca. 40 cm starke Bodenplatte in einer Tiefe von ca. 0,5 m u. GOK (Meter unter Geländeoberkante). Die Bodenplatte eines Aufzugschachtes gründet in einem Tiefenniveau von ca. 1,1 m u. GOK.

Hintergrund der Beauftragung war, im Vorfeld der geplanten Baumaßnahme die Lagerungsverhältnisse und Zustandsformen sowie die bodenmechanischen Kennwerte der als Baugrund fungierenden Bodenarten zu ermitteln, um eine Gründungsplanung durchführen zu können. Weiterhin sollten Informationen über die lokalen Grundwasserverhältnisse in den gründungsrelevanten Bodenzonen erlangt werden.

1.2 Gelände- und Nutzungsbeschreibung

Das Untersuchungsareal befindet sich im nördlichen Stadtgebiet von Michelstadt. Westlich wird das Grundstück von der Walther-Rathenau-Allee begrenzt, an die weiter westlich der Schlosspark des Schlosses Fürstenau angrenzt. Östlich folgt eine Grünfläche, während nördlich und südlich Grundstücke mit Wohn- und Gewerbebebauung und deren Freiflächen anschließen.

Die Geländeoberfläche war unbefestigt und mit Gräsern und Kräutern bewachsen.

Die Untersuchungspunkte wurden bezüglich ihrer Lage und topographischen Höhen mittels eines GNSS-Systems eingemessen. Der maximale Höhenunterschied zwischen den Untersuchungspunkten DPH3 (200,27 m ü. NN, Meter über NormalNull) und KRB1 (199,51 m ü. NN) betrug 76 cm. Die Geländehöhen im Bereich der Untersuchungspunkte können den Bohrprofilen und den Rammprofilen in Anlage 2 und Anlage 3 entnommen werden.

1.3 Durchgeführte Untersuchungen

Die Geländearbeiten zur geotechnischen Erkundung wurden am 23.08.2022 und am 30.08.2022 durchgeführt. Hierbei wurden zunächst die geplanten Untersuchungspunkte im Gelände nach Lage und Höhe eingemessen und anschließend 5 Kleinrammbohrungen (KRB1 bis KRB5) nach DIN EN ISO 22475-1 an ausgewählten Punkten innerhalb des Grundrisses des geplanten Ge-

bäudes abgeteuft. Des Weiteren wurden 3 Rammsondierungen (DPH1 bis DPH3, Schwere Rammsondierung nach DIN 4094 / DIN EN ISO 22476-2) im Nahbereich der Kleinrammbohrungen KRB1, KRB2 und KRB3 angesetzt. Ziel dieser Vorgehensweise war, die gründungsrelevanten Bodenzonen hinsichtlich ihrer Konsistenz bzw. Lagerungsdichte zu untersuchen und Bodenprobenmaterial zu gewinnen.

Es wurden Erkundungstiefen von 6,0 m u. GOK vorgesehen und im Gelände realisiert. Die Erkundungstiefen können den Bohrprofilen und den Rammprofilen in den Anlagen 2 und 3 entnommen werden.

Die Bodenprofile wurden nach DIN 4022/4023 angesprochen und dokumentiert. Es erfolgte eine nach Homogenbereichen getrennte Beprobung aller nachgewiesenen Bodenzonen.

An ausgewählten Proben der verschiedenen Bodenschichten wurden weiterhin bodenmechanische Laboruntersuchungen (4 Korngrößenanalysen gem. DIN 18123 und 4 Bestimmungen des Wassergehaltes gem. DIN 18121) durchgeführt (vgl. Anlage 4).

2 Baugrundbeurteilung

2.1 Geologische und hydrogeologische Verhältnisse

Der Odenwald gehört zu den variskischen Gebirgen Mitteleuropas. Dieses Grundgebirge wurde nur an einigen Stellen so weit angehoben, dass die jüngeren Gesteine erodiert werden konnten. Die ursprünglichen Gesteine des Odenwaldes sind mehr als 500 Mio. Jahre alt. Vor etwa 350 Mio. Jahren kollidierten im mitteleuropäischen Raum zwei Kontinentalplatten und falteten das variskische Gebirge auf. Im weiteren Verlauf der Gebirgsbildung kam es zu wiederholten Anhebungen und Absenkungen der Gesteinsverbände. Des Weiteren drangen immer wieder magmatische Gesteine (Plutonite) aus dem Erdinnern nach oben auf, und führten zu einer Umwandlung (Metamorphose) der Gesteine. Im östlichen Bereich des Odenwaldes wurden später die Sedimente des Buntsandsteins und des Muschelkalks abgelagert (hinterer Odenwald). Das Untersuchungsgebiet ist bezüglich seiner regionalgeologischen Stellung diesem hinteren Odenwald zuzuordnen. Nach der geologischen Karte von Hessen 1:25.000, Blatt 6320 Michelstadt [17], liegen im Untersuchungsbereich quartäre Deckschichten des Pleistozäns in Form von Flussschottern und Löß vor, die von triassischen Sedimenten (unterer Muschelkalk und Buntsandstein) unterlagert werden. Unmittelbar westliche des Untersuchungsareals ist mit aluvialen Bachsedimenten (Auensedimente) der mäandrierenden Mümling zu rechnen, die ihr aktuelles Bett ca. 170 westlich des Untersuchungsareals im Schlosspark Fürstenau hat.

Nachfolgend wird der durch die Kleinrammbohrungen und die Rammsondierungen erkundete Untergrundaufbau zusammenfassend beschrieben.

Auffüllungen

An allen Untersuchungspunkten wurde zunächst eine anthropogen aufgefüllte Bodenzone bis in eine Tiefe von ca. 0,5 bis 1,1 m u. GOK angetroffen. Im oberen Schichtbereich handelt es sich um graubraune und dunkelgraue Oberböden mit Wurzeln und Pflanzenresten, die Fremdkomponenten wie Ziegelbruch und Schottersteine enthalten (**Schicht 1a**). Im unteren Schichtabschnitt liegen dunkelgraue, dunkelbraune oder dunkelgraubraune, schluffig-kiesige Sande oder sandig-kiesige Schluffe vor (**Schicht 1b**). Es sind Fremdbestandteile wie Beton, Wurzeln, Schottersteine, Ziegelbruch und Natursteine enthalten.

Anstehendes

Unterhalb der Auffüllungen folgen an allen Untersuchungsstellen bis zu den Erkundungsendteufen Lößlehme und Löß in braunen, hellgraubraunen und hellbraunen Färbungen (**Schicht 2**). Die leichtplastischen Schluffe weisen thixotrope Eigenschaften auf. Dies bedeutet, dass bei mechanischer Beanspruchung oder bei geringer Änderung des Wassergehaltes der zunächst scheinbar hohe Anfangswiderstand gegen eine Verformung schnell überwunden wird und das Korngefüge des bindigen Bodens unter Austritt von Porenwasser zusammenbricht. Diese Eigenschaft zeigt sich besonders deutlich in Form einer tiefgreifenden Verschlammung (schnelle Zustandsänderung von halbfest/steif nach weich/breiig) sowie Verschlechterung und Instabilität des Baugrundes, wenn der Boden mechanisch-dynamisch durch z.B. schwere Maschinen oder durch Schwingungen beansprucht wird. In den oberen Schichtabschnitten liegt der Lößlehm in überwiegend steifer bis unterordnet halbfester Konsistenz vor, während in den unteren Schichtabschnitten vorwiegend weiche bis weich-steife Konsistenzen ermittelt wurden.

Die erbohrten aufgefüllten Bodenschichten (**Schichten 1a und 1b**) waren gemäß dem qualitativen Testverfahren nach DIN 4022 mit verdünnter Salzsäure überwiegend als kalkhaltig bis stark kalkhaltig zu bezeichnen, während die Lößlehme (**Schicht 2**) kalkfrei waren. Ab einem Tiefenbereich von ca. 2,4 bis 3,3 m u. GOK (Löß) wurden wiederum hohe Kalkgehalte nachgewiesen. Detaillierte Angaben zu den erbohrten Bodenschichten können den Bohrprofilen in Anlage 2 entnommen werden.

Rammsondierungen

Die ausgeführten Rammsondierungen DPH1 bis DPH3 (vgl. Anlage 3) wiesen für die anstehenden bindigen Böden (**Schicht 2**) mit n_{10} = 1 bis 4 (Schläge pro 10 cm Eindringtiefe) nur geringe Schlagzahlen aus. Diese zeigen die Strukturempfindlichkeit der bindigen Böden an. Ab einer Tiefenlage von ca. 3 m u. GOK gerieten die Schlagzahlen in den Einfluss der Mantelreibung am Sondiergestänge. Dies zeigt sich an dem stetigen Anstieg der Schlagzahlen mit zunehmender Tiefe.

Bei der Bewertung der Rammsondierungen werden die Mantelreibungseffekte sowie der Einfluss des Grundwassers bzw. der Bodenfeuchte berücksichtigt. Eine Ableitung von Konsistenzen für

die bindigen Böden aus den Ergebnissen der Rammsondierungen erfolgt nicht, da Korrelationen zwischen Schlagzahlen und Konsistenzen grundsätzlich unsicher sind. Für die Einstufung der Konsistenzen der bindigen Bodenschichten wird nachfolgend auf die Geländeansprache gem. DIN 4022 zurückgegriffen.

Grundwasser

Die erbohrten Bodenschichten waren erdfeucht bis nass. Nach Bohrende wurde in den offenen Bohrlöchern der Kleinrammbohrungen mittels Kabellichtlot geprüft, ob sich eine zusammenhängende Grundwasseroberfläche einstellt. Hierbei wurde bis zu den Erkundungsendteufen kein zusammenhängendes Grundwasser festgestellt. Allerdings wurde nasses Bohrgut, welches den Grundwasserspiegel weniger genau anzeigt, in den nachfolgenden Tiefenlagen festgestellt:

KRB1	ca. 3,3 m u. GOK (entspricht ca. 196,2 m ü. NN)
KRB2	ca. 3,1 m u. GOK (entspricht ca. 196,6 m ü. NN)
KRB3	ca. 2,5 m u. GOK (entspricht ca. 197,7 m ü. NN)
KRB4	ca. 3,1 m u. GOK (entspricht ca. 196,6 m ü. NN)
KRB5	ca. 2,1 m u. GOK (entspricht ca. 197,7 m ü. NN)

Bei den festgestellten wassergesättigten Bodenzonen handelt es sich wahrscheinlich um Schicht- und Stauwässer.

Für die Ermittlung eines Bemessungswasserstandes für das Untersuchungsgebiet ist die Auswertung von Ganglinien langjährig beobachteter Grundwassermessstellen (GWM) durchzuführen. Solche Messstellendaten liegen für den Bereich des Untersuchungsgebietes nicht vor. Ein Bemessungswasserstand kann nicht angegeben werden. Es wird jedoch aufgrund der geologischen und topografischen Lage davon ausgegangen, dass der Grundwasserdruckspiegel vom Pegelstand der Mümling beeinflusst wird. Westlich des Untersuchungsareals befinden sich Vernässungszonen [17]. Aufgrund der feinkörnigen Böden sind Schicht- und Stauwasserzutritte in Bau- oder Fundamentgruben sowie ein „Wanneneffekt“, bei dem sich Niederschlagswässer und Schichtwässer in den anthropogen verfüllten Arbeitsräumen sammeln und nur verzögert abfließen, nicht auszuschließen und bei Tiefbauarbeiten in niederschlagsreichen Monaten auch explizit zu erwarten.

Nach dem Fachinformationssystem Grund- und Trinkwasserschutz in Hessen (GruSchu) des Hessischen Landesamts für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) [18] liegt der Bereich des Untersuchungsgeländes außerhalb von ausgewiesenen Wasserschutzgebieten.

2.2 Frostempfindlichkeit der Bodenschichten

Zur Beurteilung der Frostempfindlichkeit werden die zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (2017) ZTV E-StB 17 herangezogen. Die Beurteilung der Frostempfindlichkeit von Böden gemäß ZTV E-StB 17 sieht drei Klassen vor, denen die verschiedenen Bodengruppen zugewiesen werden können. Hierbei bedeuten:

Klasse F1 nicht frostempfindlich
Klasse F2 gering bis mittel frostempfindlich
Klasse F3 sehr frostempfindlich

Nach dieser Klassifizierung sind die erbohrten Bodenzonen den folgenden Klassen zuzuordnen:

Tabelle 1: Frostempfindlichkeit der Bodenzonen

Nr.	Bodenart	Bodengruppe (DIN 18196)	Frostempfindlichkeitsklasse
1a	Auffüllung/ Sand, schluffig, kiesig, humos, dunkelgrau, graubraun, mit Wurzeln und Pflanzenresten (Schichtuntergrenze bei ca. 0,2 bis 0,25 m u. GOK, nur in KRB1 und KRB5)	[OH]	F2
1b	Auffüllung/ Sand, schluffig, kiesig und Schluff, sandig, kiesig (Schichtuntergrenze bei ca. 0,5 bis 1,1 m u. GOK)	[SU]	F1 / F2 [1)]
		[SU*]	F3
		[UL]	F3
2	Löß/Lößlehm/ Schluff, tonig, sandig, weich bis halbfest (bis Bohrendteufe)	UL	F3

[1)] Zu F1 gehörig bei einem Anteil an Korn unter 0,063 mm von 5,0 Massen-% bei $C_U \geq 15{,}0$ oder 15,0 Massen-% bei $C_U \leq 6{,}0$

2.3 Durchlässigkeit der Bodenschichten

Für bautechnische Zwecke werden gem. DIN 18130 fünf Durchlässigkeitsbereiche definiert:

sehr schwach durchlässig	k_f-Wert	unter 10^{-8} m/s
schwach durchlässig	k_f-Wert	10^{-8} bis 10^{-6} m/s
durchlässig	k_f-Wert	über 10^{-6} bis 10^{-4} m/s
stark durchlässig	k_f-Wert	über 10^{-4} bis 10^{-2} m/s
sehr stark durchlässig	k_f-Wert	über 10^{-2} m/s

Zur Beurteilung der Entwässerungseigenschaften des Untergrundes kann aus Kornverteilungskurven überschlägig der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert (k_f-Wert) ermittelt werden, wenn die entsprechenden granulometrischen Daten bzw. Kriterien vorliegen. In dem vorliegenden Bericht

wurden für die anstehenden Schluffe (**Schicht 2**) k_f-Wert-Berechnungen nach den Formeln von HAZEN und MALLET/ PAQUANT durchgeführt.

Alle Verfahren zur Berechnung der Durchlässigkeit aus den Kornverteilungskurven haben den Nachteil, dass sie unterschiedliche Verdichtungs- und Einregelungsverhältnisse der Korngemenge nicht berücksichtigen. Für die untersuchten Bodenproben wurden die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten mittleren k_f-Werte bestimmt. Für die Bodenschichten, für die keine bodenmechanischen Laboruntersuchungen durchgeführt wurden oder die entsprechenden Kornkriterien nicht zur Verfügung stehen, werden Erfahrungs- und Literaturwerte angegeben.

Tabelle 2: Durchlässigkeiten der Bodenzonen

Nr.	Bodenart	Bodengruppe (DIN 18196)	k_f-Wert [m/s]
1a	Auffüllung/ Sand, schluffig, kiesig, humos, dunkelgrau, graubraun, mit Wurzeln und Pflanzenresten (Schichtuntergrenze bei ca. 0,2 bis 0,25 m u. GOK, nur in KRB1 und KRB5)	[OH]	k.A.
1b	Auffüllung/ Sand, schluffig, kiesig und Schluff, sandig, kiesig (Schichtuntergrenze bei ca. 0,5 bis 1,1 m u. GOK)	[SU]	10^{-6} bis 10^{-5} 1)
		[SU*]	10^{-8} bis 10^{-7} 1)
		[UL]	10^{-9} bis 10^{-8} 1)
2	Löß/Lößlehm/ Schluff, tonig, sandig, weich bis halbfest (bis Bohrendteufe)	UL	$6 \cdot 10^{-9}$ bis $1 \cdot 10^{-8}$

k.A.: keine Angabe
1) Erfahrungswert/Literaturwert

2.4 Bodenmechanische Kennwerte

Die Bodenschichtung ist in Abschnitt 2.1 sowie in den Bohrprofilen (vgl. Anlage 2) anhand der Feld- und Laboruntersuchungsergebnisse nach DIN 4022/4023 benannt und beschrieben. An dieser Stelle erfolgt die Einstufung der Lockergesteinsschichten allgemein für erd- und grundbautechnische Zwecke in Bodengruppen nach DIN 18196 sowie in Bodenklassen nach DIN 18300 (alt). Die Einstufung speziell für VOB-Erdarbeiten in Homogenbereiche nach DIN 18300 (neu) erfolgt separat in Kap. 2.5.

Beim Ansatz der Bodenkenngrößen wird von Bodengruppen-Einstufungen nach DIN 18196, d.h. von der *Zusammenfassung der Bodenarten in Gruppen mit annähernd gleichem stofflichen Aufbau und ähnlichen bodenphysikalischen Eigenschaften* ausgegangen und die ausgeführten Feld- und Laboruntersuchungen sowie die vorhandene Erfahrung im Sinne der DIN 1055, Teil 2, berücksichtigt. Nachfolgend sind die mittleren Kennwertgrößen zusammengestellt.

Tabelle 3: Bodenkennwerte der für die Gründung relevanten Bodenzonen

Nr.	Bodenart	Boden-gruppe (DIN 18196)	Boden-klasse (DIN 18300 alt)	Wichte (erd-feucht) cal γ [kN/m^3]	Wichte (unter Auftrieb) cal γ' [kN/m^3]	Kohäsion cal c' [kN/m^2]	Reibungs-winkel φ [°]	Steife-modul cal E_s [MN/m^2]
1a	Auffüllung/ Sand, schluffig, kiesig, humos, dunkelgrau, graubraun, mit Wurzeln und Pflanzenresten (Schichtuntergrenze bei ca. 0,2 bis 0,25 m u. GOK, nur in KRB1 und KRB5)	[OH]	1	17	7	5	25	k.A.
1b	Auffüllung/ Sand, schluffig, kiesig und Schluff, sandig, kiesig (Schichtuntergrenze bei ca. 0,5 bis 1,1 m u. GOK)	[SU]	3	20	11	0	32,5	15
		[SU*]	4	20	10	0	30	10
		[UL]	4	19	9	5	30	5
2	Löß/Lößlehm/ Schluff, tonig, sandig, weich bis halbfest (bis Bohrendteufe)	UL	4	18 - 20	8 - 10	2 - 10	30	4 - 8

k.A. keine Angabe

2.5 Homogenbereiche (VOB/C, hier DIN 18300)

Die ATV DIN 18300 „Erdarbeiten“ gilt für das Lösen, Laden, Fördern, Einbauen und Verdichten von Boden, Fels und sonstigen Stoffen. Durch die Ablösung der *Bodenklassen 1-7* und die Einführung von *Homogenbereichen* mit der Fassung vom August 2015 sind Boden und Fels entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen in begrenzte Bereiche, bestehend aus einzelnen oder mehreren Schichten, einzuteilen, die für einsetzbare Erdbaugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweisen.

In der ATV DIN 18300 sind Eigenschaften und Kennwerte aufgelistet, die für die jeweiligen Homogenbereiche anzugeben sind. Hierbei sollen definierte Normen oder Verfahren angewendet werden, mit denen diese Parameter ggf. zu überprüfen sind. Da aufgrund der angewendeten Untersuchungstechnik mittels Kleinrammbohrungen und Rammsondierungen die hierfür erforderlichen Probenmengen oder Probengüten nicht zur Verfügung stehen, werden für die genannten Parameter teilweise Erfahrungs- und Literaturwerte oder abgeleitete Werte aus bewährten Untersuchungsmethoden mit abschätzendem Charakter, angegeben.

Tabelle 4: Homogenbereiche der für Erdarbeiten relevanten Bodenzonen in Anlehnung an die ATV DIN 18300:2015-08

Parameter / Kennwert / Eigenschaft	Homogenbereich A	Homogenbereich B	Homogenbereich C
ortsübliche Bezeichnung	Oberboden (Auffüllung)	Sande (Auffüllung)	Bindige Böden
Schicht Nr.	1a	1b	1b, 2
Korngrößenverteilung	-	-	s. Anlage 4
Massenanteil Steine, Blöcke [%] [1)]	0 - 10	0 - 10	0 - 5
Dichte bzw. Wichte [kN/m^3] [2)]	17	20	18 - 20
undrainierte Scherfestigkeit c_u [kN/m^2] [3)]	0 - 10	0 - 5	10 - 30
Wassergehalt [%] [4)]	5 – 20	5 – 8	20 - 25
Plastizität / Konsistenz [5)]	keine	keine	weich-halbfest
Lagerungsdichte [6)]	locker bis mitteldicht	locker bis dicht	keine
organischer Anteil [%] [7)]	2 - 5	0 - 2	0 - 2
Bodengruppe n. DIN 18196	[OH]	[SU]	[UL], [SU*], UL

[1)] Bestimmung durch Abschätzung [2)] Erfahrungs-Literaturwert [3)] Erfahrungs-/Literaturwert oder Flügelsonde bzw. Penetrometer [4)] n. DIN EN ISO 17892-1 bzw. DIN 18121-1 oder Erfahrungs-/Literaturwert [5)] Bestimmung durch Ausroll-/Knetversuch im Feldversuch n. DIN 4022 [6)] Ableitung aus Rammsondierergebnissen [7)] nach DIN 18128 bzw. nach organoleptischer Ansprache

Gewerk „Lösen und Laden“

Das Lösen/Laden der Auffüllungen (Homogenbereiche A und B) sollte gesondert betrachtet und ausgeschrieben werden, da aufgrund der Fremdkomponenten möglicherweise Mehraufwendungen für die Separation und Zwischenlagerung erforderlich werden. Hier ist zu beachten, dass auch die aufgefüllten Schluffe (Bodengruppe [UL]) des Homogenbereiches C Fremdkomponenten enthalten und somit gesondert betrachtet werden sollten. Lediglich die anstehenden Böden (Löß/Lößlehm, Homogenbereich C) enthalten keine Fremdkomponenten.

Gewerk „Wiedereinbau, Verdichten“

Es wird angeraten die Homogenbereiche A, B und C getrennt zu betrachten und auszuschreiben. Die zum Aushub kommenden Sande aus der aufgefüllten Bodenzone (B) sind im erdfeuchten Zustand ausreichend verdichtungsfähig und können im Rahmen von Erdbauarbeiten zweckgebunden Verwendung finden (z.B. zur Rückverfüllung von Arbeitsräumen oder Anschüttung des Gelände in tiefer liegenden Bereichen). Die bindigen Böden (C) sind nicht ausreichend verdichtungsfähig und müssen abgefahren werden. Die humosen Auffüllungen (A) können ggf. zur An-

deckung des Geländes als Wurzelhorizont verwendet werden. Hier ist jedoch eine weitere Humusanreicherung erforderlich, wenn oberbodenähnliche Funktionen erfüllt werden sollen.

2.6 Erdbebengefährdung

Für die Planung und Ausführung von Baumaßnahmen sind Abschätzungen über die Erdbebengefährdung von Bedeutung. Unter Erdbebengefährdung wird die Wahrscheinlichkeit verstanden, mit der eine tektonisch bedingte Bodenbewegung an einem definierten Ort mit einer bestimmten Intensität auftritt.

Die Erdbebenzonen beruhen auf der Berechnung der Erdbebengefährdung auf dem Niveau einer Nicht-Überschreitungswahrscheinlichkeit von 90 % innerhalb von 50 Jahren für definierte Intensitätswerte der EMS-Skala (Europäische Makroseismische Skala, EMS-98). Hierbei gilt für die Erdbebenzone 1 eine Nichtüberschreitung der Intensitäten 6,5 bis <7, für die Erdbebenzone 0 eine Nichtüberschreitung der Intensität 6 bis <6,5 und für Gebiete außerhalb von Erdbebenzonen eine Nichtüberschreitung der Intensität 6. Die Gefährdung innerhalb jeder Erdbebenzone wird hierbei als einheitlich angenommen, abgesehen von Variationen, die sich durch unterschiedliche Untergrundbedingungen (Untergrundklassen und Baugrundklassen) ergeben:

Untergrundklassen:	R:	Gebiete mit felsartigem Untergrund
	S:	Gebiete tieferer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung
	T:	Übergangsgebiete zwischen Gebieten der Untergrundklassen R und S sowie Gebiete relativ flachgründiger Sedimentbecken
Baugrundklassen:	A:	Unverwitterte Festgesteine
	B:	Hauptsächlich mäßig verwitterte Festgesteine oder grob- bis gemischtkörnige Lockergesteine in dichter Lagerung bzw. fester Konsistenz
	C:	Hauptsächlich gemischt- bis feinkörnige Lockergesteine in mindestens mitteldichter Lagerung bzw. mindestens steifer Konsistenz

Gemäß der DIN EN 1998-1/NA:2011-01 (Erdbebenzonenkarte) [20] befindet sich der Untersuchungsstandort Michelstadt außerhalb von definierten Erdbebenzonen.

3 Gründungsbeurteilung / Empfehlungen zur Bauausführung

3.1 Gründungsniveaus

Gemäß vorliegender Informationen [22] soll das Gebäude auf einer ca. 0,40 m mächtigen Bodenplatte mit Fußbodenaufbau und untergelagerter Dämmung gegründet werden. Die Oberkante des Fertigfußbodens im Erdgeschoss (OK FFB = +/- 0,00 m) liegt bei 200,0 m ü. NN. Hieraus ergibt sich ein wahrscheinliches Gründungsniveau (UK Bodenplatte bzw. Dämmung) von ca. 199,3

m ü. NN. Die Bodenplatte der Aufzugsunterfahrt gründet wahrscheinlich in einem Tiefenniveau von ca. 198,7 m ü. NN.

3.2 Bodenplatte

Die durchgeführten Untersuchungen haben gezeigt, dass die Bodenplatte im Tiefenniveau der aufgefüllten Bodenzone (**Schicht 1b**) und bereichsweise im oberen Schichtabschnitt der Lößlehme (**Schicht 2**) zur Gründung kommen wird. Die Auffüllung ist inhomogen und enthält lokal bindige Abschnitte. Die Lößlehme liegen in tendenziell steifer Konsistenz vor. Im weiteren Schichtverlauf folgen Lößlehme und Löß in weicher bis steifer Konsistenz. Der Baugrund wird insgesamt als setzungsempfindlich bewertet. Aus fachlicher Sicht wird angeraten ein vereinheitlichendes, lastverteilendes und spannungsabtragendes Gründungspolster mit einer Aufbaustärke von ca. 0,8 m zu errichten. Auf diese Weise können Setzungsunterschiede sowie Setzungsbeträge wirksam minimiert werden.

Zunächst sind die aufgefüllten und anstehenden Böden vollständig bis zu einer Tiefenlage von ca. 198,5 m ü. NN auszukoffern. Die Herstellung der Aushubsohle muss schonend und ohne Auflockerung erfolgen. Eine Nachverdichtung der Aushubsohle ist aufgrund der bindigen Böden nicht möglich und würde zu einer dauerhaften Verschlechterung der Baugrundsituation führen. Die Aushubsohle ist vor negativen Witterungseinflüssen (Frost, Vernässung und Austrocknung) zu schützen und darf nicht mit schwerem Gerät befahren werden.

Die Aushubsohle muss anschließend lagenweise (20 - 30 cm stark) mit qualifiziertem, gut verdichtungsfähigem Schottermaterial (natürliches, gebrochenes, nicht plattiges, abgestuftes Schottermaterial der Körnung 0/32 oder 0/45 gem. Anforderungen an Schottertragschichten nach ZTVT StB95 oder vorbehaltlich der wasserrechtlichen Genehmigung qualitativ vergleichbares RC-Material) unter ausreichender Verdichtung bis zum Erreichen des Gründungsniveaus von ca. **199,3 m ü. NN** (Unterkante Bodenplatte bzw. Dämmung) überbaut werden. Hierbei ist ein Lastausbreitungswinkel von 45° zu berücksichtigen, so dass das Gründungspolster mit einem der Aufbaustärke entsprechendem seitlichen Überstand von ca. 0,8 m errichtet werden muss. Die Verdichtung der ersten Einbaulage muss vorsichtig und maßvoll durchgeführt werden. Erst beim Einbau der 2. Schotterlage ist eine vollständige Verdichtung des Gründungspolsters möglich, ohne die anstehenden bindigen Böden nachhaltig zu schädigen.

Auf dem hergestellten Gründungsplanum sollte mittels statischer Plattendruckversuche ein Verformungsmodul von Ev_2 = 60 MN/m² bzw. mittels Leichtem Fallgewichtsgerät ein dynamisches Verformungsmodul von Ev_{dyn} = 30 MN/m² nachweisbar sein, um spätere Setzungsunterschiede zu minimieren. Es wird angeraten das Gründungspolster durch den Bodengutachter abnehmen zu lassen.

Für die statische Bemessung einer ca. 35 bis 45 cm starken Bodenplatte gilt ein **Bettungsmodul k_s von 6,1 MN/m³** (Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,D}$ = 174 KN/m², Sohlpressung ca.

122 KN/m^2). Nach überschlägigen Setzungs- und Grundbruchberechnungen (Teilsicherheitskonzept gem. EC7; γ_{Gr} = 1,4, γ_G = 1,35, γ_Q = 1,5) sind hierbei Maximalsetzungen von <2,0 cm zu erwarten.

Aufgrund der Spannungsabhängigkeit der Berechnungsgrößen gelten die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes bzw. das angegebene Bettungsmodul nur für das o.g. Fundamentierungsbauwerk (Bodenplatte ca. 35 - 45 cm stark), bei Herstellung der Gründungssohle wie beschrieben sowie für das angenommene Gründungsniveau (vgl. Kap. 3.1).

In einem Telefonat mit dem beauftragten Tragwerksplaner, Herrn Schantz, wurde die Gründungssituation am 07.09.2022 besprochen und es wurden Gründungsvarianten diskutiert. Hierbei zeigte sich, dass sich zur Verringerung der Bodenpressungen sowie zur Verminderung der auftretenden Randspannungen eine Verbreiterung der Bodenplatte über die Gebäudeaußenseiten hinaus wahrscheinlich positiv auswirken würde.

3.3 Aufzugsunterfahrt

Die durchgeführten Untersuchungen haben gezeigt, dass die Bodenplatte der Aufzugsunterfahrt im unteren Tiefenniveau der aufgefüllten Bodenzone (**Schicht 1b**) und bereichsweise im oberen Schichtabschnitt der Lößlehme (**Schicht 2**) zur Gründung kommen wird. Die Auffüllung ist inhomogen und enthält lokal bindige Abschnitte. Die Lößlehme liegen in tendenziell steifer Konsistenz vor. Im weiteren Schichtverlauf folgen Lößlehme und Löß in weicher bis steifer Konsistenz. Der Baugrund wird insgesamt als setzungsempfindlich bewertet. Aus fachlicher Sicht wird angeraten ein vereinheitlichendes, lastverteilendes und spannungsabtragendes Gründungspolster mit einer Aufbaustärke von ca. 0,6 m zu errichten. Auf diese Weise können Setzungsunterschiede sowie Setzungsbeträge wirksam minimiert werden.

Zunächst sind die aufgefüllten und anstehenden Böden vollständig bis zu einer Tiefenlage von ca. 198,1 m ü. NN auszukoffern. Die Herstellung der Aushubsohle muss schonend und ohne Auflockerung erfolgen. Eine Nachverdichtung der Aushubsohle ist aufgrund der bindigen Böden nicht möglich und würde zu einer dauerhaften Verschlechterung der Baugrundsituation führen. Die Aushubsohle ist vor negativen Witterungseinflüssen (Frost, Vernässung und Austrocknung) zu schützen und darf nicht mit schwerem Gerät befahren werden.

Die Aushubsohle muss anschließend lagenweise (20 - 30 cm stark) mit qualifiziertem, gut verdichtungsfähigem Schottermaterial (natürliches, gebrochenes, nicht plattiges, abgestuftes Schottermaterial der Körnung 0/32 oder 0/45 gem. Anforderungen an Schottertragschichten nach ZTVT StB95 oder vorbehaltlich der wasserrechtlichen Genehmigung qualitativ vergleichbares RC-Material) unter ausreichender Verdichtung bis zum Erreichen des Gründungsniveaus von ca. **198,7 m ü. NN** (Unterkante Bodenplatte bzw. Dämmung) überbaut werden. Hierbei ist ein Lastausbreitungswinkel von 45° zu berücksichtigen, so dass das Gründungspolster mit einem der Aufbaustärke entsprechendem seitlichen Überstand von ca. 0,6 m errichtet werden muss. Die

Verdichtung der ersten Einbaulage muss vorsichtig und maßvoll durchgeführt werden. Erst beim Einbau der 2. Schotterlage ist eine vollständige Verdichtung des Gründungspolsters möglich, ohne die anstehenden bindigen Böden nachhaltig zu schädigen.

Auf dem hergestellten Gründungsplanum sollte mittels statischer Plattendruckversuche ein Verformungsmodul von Ev_2 = 60 MN/m² bzw. mittels Leichtem Fallgewichtsgerät ein dynamisches Verformungsmodul von Ev_{dyn} = 30 MN/m² nachweisbar sein, um spätere Setzungsunterschiede zu minimieren. Es wird angeraten das Gründungspolster durch den Bodengutachter abnehmen zu lassen.

Für die statische Bemessung einer ca. 35 bis 45 cm starken Bodenplatte gilt ein **Bettungsmodul k_s von 11,4 MN/m³** (Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,D}$ = 180 KN/m², Sohlpressung ca. 126 KN/m²). Nach überschlägigen Setzungs- und Grundbruchberechnungen (Teilsicherheitskonzept gem. EC7; γ_{Gr} = 1,4, γ_G = 1,35, γ_Q = 1,5) sind hierbei Maximalsetzungen von <1,5 cm zu erwarten.

Aufgrund der Spannungsabhängigkeit der Berechnungsgrößen gelten die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes bzw. das angegebene Bettungsmodul nur für das o.g. Fundamentierungsbauwerk (Bodenplatte ca. 35 - 45 cm stark), bei Herstellung der Gründungssohle wie beschrieben sowie für das angenommene Gründungsniveau (vgl. Kap. 3.1).

3.4 Grundwasser / Abdichtung / Bauwasserhaltung

Wie in Kap. 2.1 beschrieben, kann aufgrund fehlender Messstellendaten kein Bemessungsgrundwasserstand angegeben werden. Im Rahmen der Baugrunduntersuchung wurden Stau- und Schichtwässer in einem Tiefenniveau von ca. 196,2 bis 197,7 m ü. NN festgestellt. Aufgrund der bindigen Böden können niederschlagsabhängige Stau- und Schichtwässer, auch oberhalb dieses Tiefenniveaus, auftreten. Zudem ist ein „Wanneneffekt“ zu berücksichtigen, bei dem sich Niederschlagswässer und Schichtwässer in den anthropogen verfüllten Arbeitsräumen bzw. innerhalb dem Schotterpolster sammeln und nur verzögert abfließen. Es wird angeraten für die Aufzugsunterfahrt eine Abdichtung gem. DIN 18195 Teil 6 (Abdichtung gegen drückendes Wasser und aufstauendes Sickerwasser) vorzusehen. Gemäß DIN 18533-1 ist dann die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E anzusetzen. In Verbindung mit dem zu errichtenden drainierenden Gründungspolster (vgl. Kap. 3.2) kann für die Bodenplatte des Gebäudes eine Abdichtung gem. DIN 18195 Teil 4 (Abdichtung gegen Bodenfeuchte und nicht aufstauendes Sickerwasser) vorgesehen werden. Gemäß DIN 18533-1 ist dann die Wassereinwirkungsklasse W1.1-E anzusetzen.

In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass der Ansatz von Bemessungsgrundwasserständen für die verschiedenen Bauaufgaben unter Berücksichtigung einer nur schwer zu prognostizierenden Entwicklung der zukünftigen Grundwasserförderungen sowie entsprechender Unsicherheiten hinsichtlich der klimatischen Verhältnisse einer Risikoabwägung des Bauherren bzw. Planers obliegt.

Während der Bauzeit den Aushubbereichen zulaufende und nur langsam versickernde Wässer (z.B. Niederschläge, Schicht-/Stauwässer) sind mittels einer offenen Bauwasserhaltung zu fassen und in eine geeignete Vorflut, respektive den Schmutzwasserkanal abzuleiten. Bei Einleitung in die kommunale Entwässerung bzw. Oberflächengewässer wie Gräben und Bäche sind die erforderlichen Einleitgenehmigungen einzuholen. Des Weiteren muss durch geeignete technische Maßnahmen gewährleistet werden, dass es nicht zu einem signifikanten Austrag von Feinkorn aus dem Baugrund und den umgebenden Bodenbereichen kommt.

3.5 Böschungen / Baugrubensicherung

Entstehende Baugrubenwände die tiefer als 1,25 m sind, sind nach DIN 4124 durch Verbau zu sichern oder abzuböschen, wobei in den Tiefenniveaus der nichtbindigen und gemischtkörnigen Böden (**Schicht 1b**) generell ein Böschungswinkel von $\beta \leq 45°$ zulässig ist. Im Tiefenniveau der bindigen Schluffe (**Schicht 2**) darf der Böschungswinkel auf $\beta \leq 60°$ versteilt werden. Gegebenenfalls sind z.B. bei stärkerem Schichtwasserzutritt oder Niederschlagseinfluss die Böschungswinkel zu verkleinern, die Böschungsschultern zu entlasten und in abgetreppter Form auszuführen und mittels Kunststoffplanen abzudecken. Eine Unterströmung der Planen durch Oberflächenwasser ist zu verhindern (z.B. Eingraben der Folie am oberen Böschungsrand oder Erstellung einer temporären Drainage am Böschungskopf). Die Vorgaben der DIN 4124 bezüglich Lastaufbringung und dem Befahren im Bereich der Böschungskronen sind zu beachten.

Allgemein ist bei Aushubarbeiten unterhalb des Grundwasserspiegels, bei Baugruben, die tiefer als 5,0 m sind, sowie wenn der Böschungswinkel von 45° bzw. 60° unter Einbeziehung eines lastfreien Streifens von >2,0 m nicht eingehalten werden kann, die Böschungsstabilität statisch nachzuweisen oder es ist ein Verbau vorzusehen.

3.6 Dezentrale Versickerung von Niederschlagswasser

Falls aufgrund kommunaler Vorgaben oder seitens der AG eine **dezentrale Versickerung von Niederschlagswasser** auf dem Untersuchungsgelände vorgesehen ist, so ist dies aus gutachterlicher Sicht als **nicht sinnvoll** zu erachten. Zur Bemessung von Versickerungsanlagen ist das Regelwerk DWA-Arbeitsblatt A138 "Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser" [15] anzuwenden. Für Versickerungsanlagen kommen demnach nur Lockergesteine in Frage, deren Durchlässigkeitsbeiwerte k_f zwischen $1 \cdot 10^{-3}$ und $1 \cdot 10^{-6}$ m/s liegen. Innerhalb der anstehenden Böden (**Schicht 2**) liegen diesbezüglich keine ausreichenden Wasserdurchlässigkeiten vor. Der Abstand der Sohle der Versickerungsanlage zum höchsten zu erwartenden Grundwasserspiegel muss mindestens 1,0 m betragen. Eine Versickerungsanlage (z.B. Rigole) muss in frostsicherer Tiefenlage errichtet werden (tiefer als 0,8 m u. GOK). Anlagen zur dezentralen Versickerung von Niederschlagswasser sind wasserrechtlich relevant und müssen von der zuständigen Wasserbehörde genehmigt bzw. erlaubt werden.

Sollen die in Kap. 2.3 (Tab. 2) genannten Wasserdurchlässigkeiten für die Bemessung einer Versickerungsanlage herangezogen werden, so sind diese Werte gem. [15] mit einem Sicherheitsfaktor von 0,2 zu multiplizieren.

Es wird grundsätzlich darauf hingewiesen, dass eine potentielle Versickerungsanlage in ausreichenden Abstand zu Gebäuden errichtet werden muss, damit die Gründungssituation nicht durch die Anlage verschlechtert wird.

4 Allgemeine und abschließende Bemerkungen

Die Erkundung des Baugrundes durch Kleinrammbohrungen und Rammsondierungen ergibt zwangsläufig nur punktuelle Aufschlüsse über den Untergrund. Zwischen den Aufschlusspunkten sowie unterhalb der Erkundungstiefen können von den ermittelten Daten abweichende Befunde auftreten. Im Zuge der Erd- und Gründungsarbeiten ist daher sorgfältig zu überprüfen, ob die angetroffenen Baugrundverhältnisse mit den im Gutachten erfassten Daten übereinstimmen. Im Falle von hierbei auftretenden Unsicherheiten oder abweichenden Verhältnissen ist die Beratung durch den Fachgutachter zu empfehlen.

Für die Bauausführung ist grundsätzlich anzuraten, die Tiefbauarbeiten nur bei frostfreier und trockener Witterung durchzuführen. Die Aushubsohle muss vor negativen Niederschlagseinflüssen und vor mechanischer Belastung (z.B. direktes Befahren mit schwerem Gerät) geschützt werden. Die Abnahme der Gründungssohlen durch den Baugrundgutachter wird empfohlen.

Die Untersuchung und Bewertung des Baugrunds hinsichtlich einer mancherorts vorhandenen Radon-Problematik war nicht Gegenstand der hier dokumentierten Untersuchung. Sollen in diesem Themenfeld Informationen gewonnen werden, sind weiterführende Untersuchungen erforderlich.

Es wird angeraten im Falle von durchzuführenden Ausschreibungen für Tiefbauarbeiten dieses Gutachten vollständig den Bietern zur Einsicht zur Verfügung zu stellen.

Entsprechend den vielfältigen Wechselbeziehungen zwischen Baugrund und Bauwerk ist das Gutachten nur in seiner Gesamtheit verbindlich und darf nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

GeoConsult Hamm



K. Hamm
(Dipl.-Geol. BDG)

Verteiler:

Herr Ulrich von Christen, Erbacher Straße 40, 64720 Michelstadt (1 Exemplar und PDF-Dokument)
Herr Karl Dieter Schantz, August-Schäfer-Weg 33, 64732 Bad König (PDF-Dokument)

Anhang

I Bearbeitungsunterlagen

[1] EC7 / DIN EN 1997-2 (Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds).

[2] DIN 1054 (Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau).

[3] DIN 1055-2 (Bodenkennwerte).

[4] DIN 4020 (Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke).

[5] DIN 4022/14688 (Benennen und Beschreiben von Boden und Fels).

[6] DIN 4023 (Zeichnerische Darstellung von Bohrungen).

[7] DIN EN ISO 22475-1 (Geotechnische Erkundung).

[8] DIN 4094 / DIN EN ISO 22476-2 (Rammsondierung).

[9] DIN 4124 (Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraum, Verbau).

[10] DIN 4149 (Bauten in deutschen Erdbebengebieten).

[11] DIN 18195 (Bauwerksabdichtungen).

[12] DIN 18533 (Abdichtung von erdberührten Bauteilen).

[13] DIN 18196 (Bodengruppen).

[14] DIN 18300 (Bodenklassen).

[15] *Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall*: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser; DWA-Arbeitsblatt A 138 (Stand April 2005), Hennef.

[16] *Floss, Rudolf:* Handbuch ZTV E-StB (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau); Kommentar und Leitlinien mit Kompendium Erd- und Felsbau; Kirschbaum; 4. Auflage, Bonn 2011.

[17] *Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie(HLNUG):* Geologische Karte von Hessen Maßstab 1 : 25.000, Blatt 6320 Michelstadt; Wiesbaden, 1928/1994.

[18] *Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie(HLNUG):* Fachinformationssystem Grund- und Trinkwasserschutz in Hessen (GruSchu), aktuell im Internet.

[19] *Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie(HLNUG):* Fachinformationssystem des Landesgrundwasserdienstes in Hessen (LGD-Viewer), aktuell im Internet.

[20] *GFZ Helmholtz-Zentrum Potsdam*: DIN EN 1998-1/NA:2011-01, Erdbebenzonenkarte und die Zuordnung von Orten zu den Erdbebenzonen, aktuell im Internet.

[21] *Architekturbüro Dipl. Ing. Arch. S. Dobrowolski*: Errichtung eines Bürogebäudes, Projekt-Nummer Mich-01-f-b – Grundriss Erdgeschoss, Maßstab 1:100; Darmstadt, 27.07.2022.

[22] *Architekturbüro Dipl. Ing. Arch. S. Dobrowolski*: Errichtung eines Bürogebäudes, Projekt-Nummer Mich-01-f-b – Fassaden und Schnitt BB, Maßstab 1:100; Darmstadt, 27.07.2022.

Anlage 1

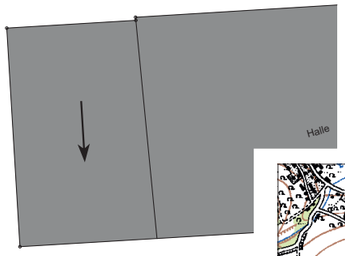
Lageplan mit Untersuchungspunkten
Maßstab 1 : 250

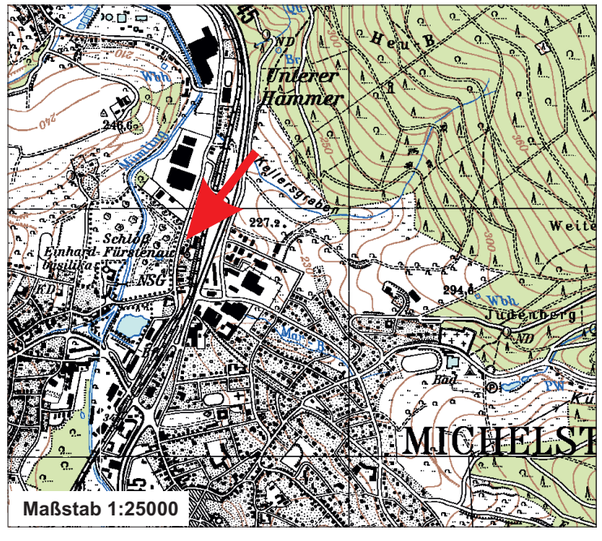
(1 Seite)

Legende

- Bohransatzpunkt (Kleinrammbohrung)
- Rammsondierung (DPH n. DIN 4094)







0 2,5 5 7,5 10 12,5 m

Maßstab 1:250

Anlage: 1	Maßstab: 1 : 250	GCH Ingenieur- und Sachverständigenbüro für Geothermie und Geotechnik	
Planinhalt: **Lageplan mit Untersuchungspunkten**		GeoConsult Hamm Darmstädter Str. 44 64331 Weiterstadt Tel. 06150 / 1898 20	Auftraggeber: Ulrich von Christen Erbacher Straße 40 64720 Michelstadt
Die vorliegende Zeichnung stellt nur die untersuchungsrelevanten Belange sowie schematisch die örtlichen Gegebenheiten dar. Für Fehler in den zugrundegelegten Planunterlagen übernimmt GeoConsult Hamm keine Haftung.		Datum: 21.07.2022 Ersteller: K. Hamm Projekt-Nr.: 22065	Objekt: BV Bürogebäude Walther-Rathenau-Allee 17 64720 Michelstadt

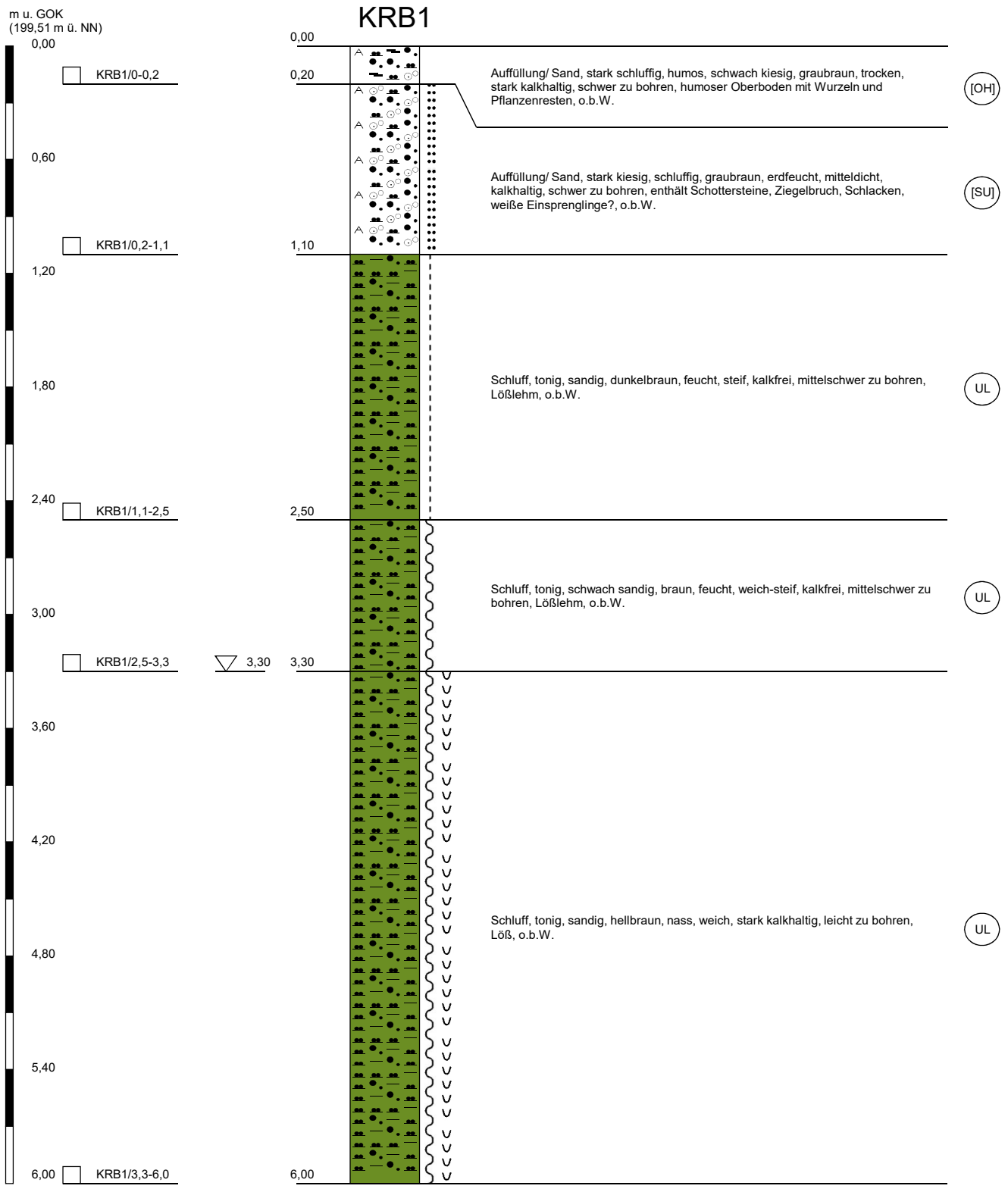
Anlage 2

Bohrprofile gemäß DIN 4023 und Legende

(6 Seiten)

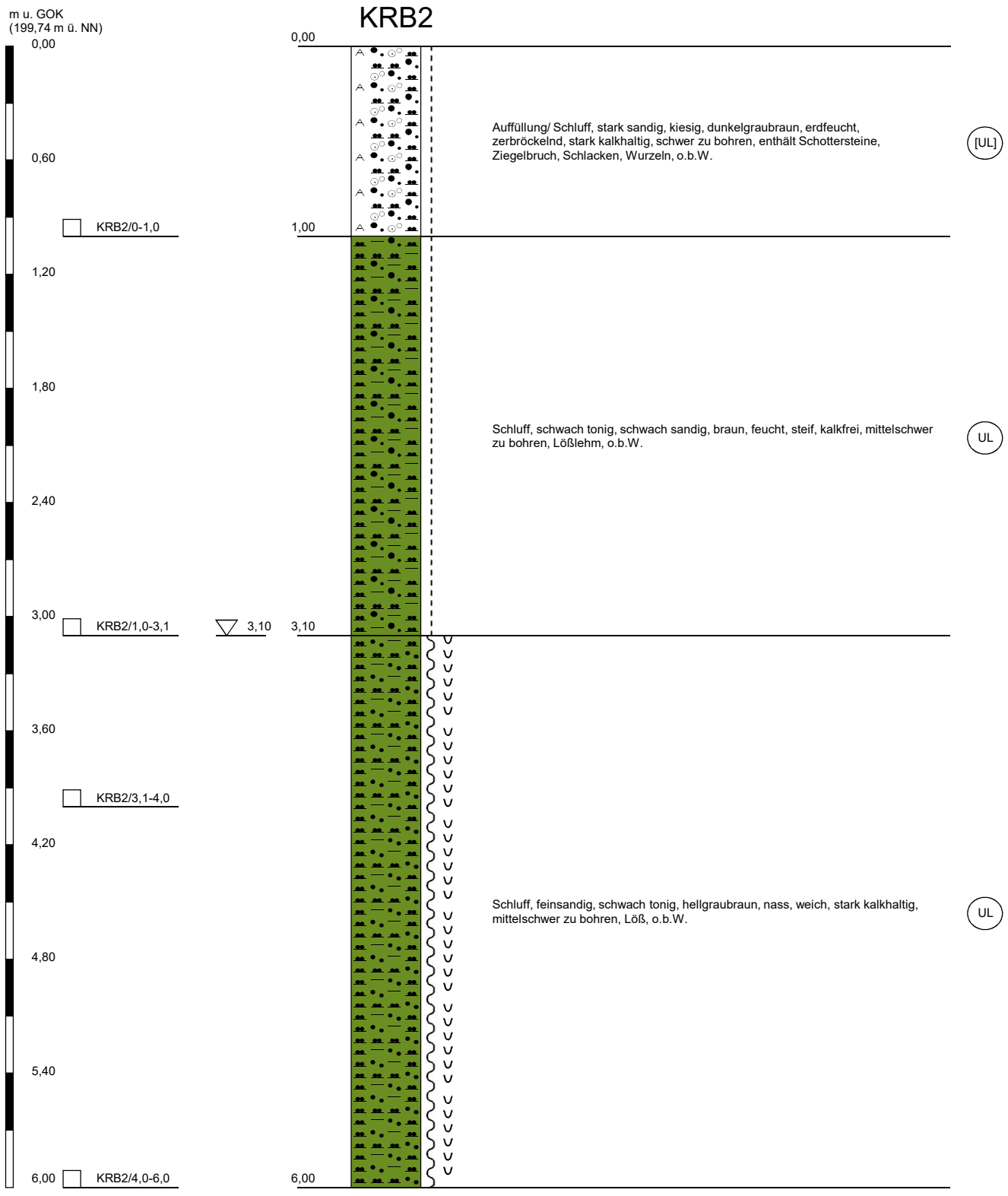
GeoConsult Hamm
Ingenieur- und Sachverständigenbüro für Geothermie und Geotechnik
Darmstädter Str. 44, 64331 Weiterstadt

Projektbezeichnung:	*BV Walther-Rathenau-Allee 17*		
Projektort:	*Michelstadt*	Projektnummer:	*22065*
Bohrverfahren:	*Kleinrammbohrung*	Bearbeiter:	*K. Hamm*
Bohrunternehmen:	*GeoZ*	Datum:	*30.08.2022*
Bohrdurchmesser [mm]:	*40-60*	Lokalität:	*siehe Lageplan (Anlage 1)*
Zweck:	*Geotechn. Erkundung*	Höhenmaßstab:	*1 : 30*



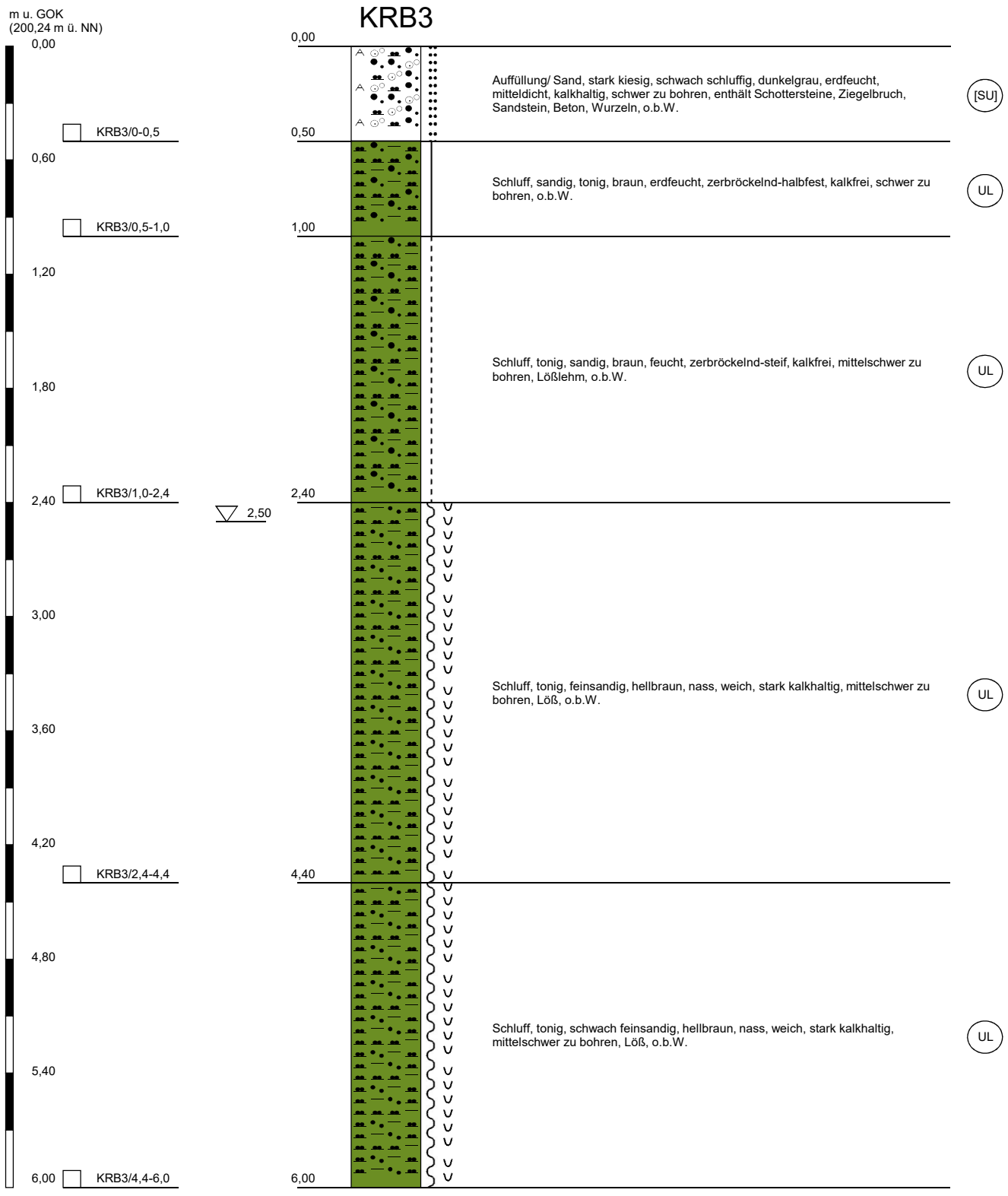
GeoConsult Hamm
Ingenieur- und Sachverständigenbüro für Geothermie und Geotechnik
Darmstädter Str. 44, 64331 Weiterstadt

Projektbezeichnung:	*BV Walther-Rathenau-Allee 17*		
Projektort:	*Michelstadt*	Projektnummer:	*22065*
Bohrverfahren:	*Kleinrammbohrung*	Bearbeiter:	*K. Hamm*
Bohrunternehmen:	*GeoZ*	Datum:	*30.08.2022*
Bohrdurchmesser [mm]:	*40-60*	Lokalität:	*siehe Lageplan (Anlage 1)*
Zweck:	*Geotechn. Erkundung*	Höhenmaßstab:	*1 : 30*



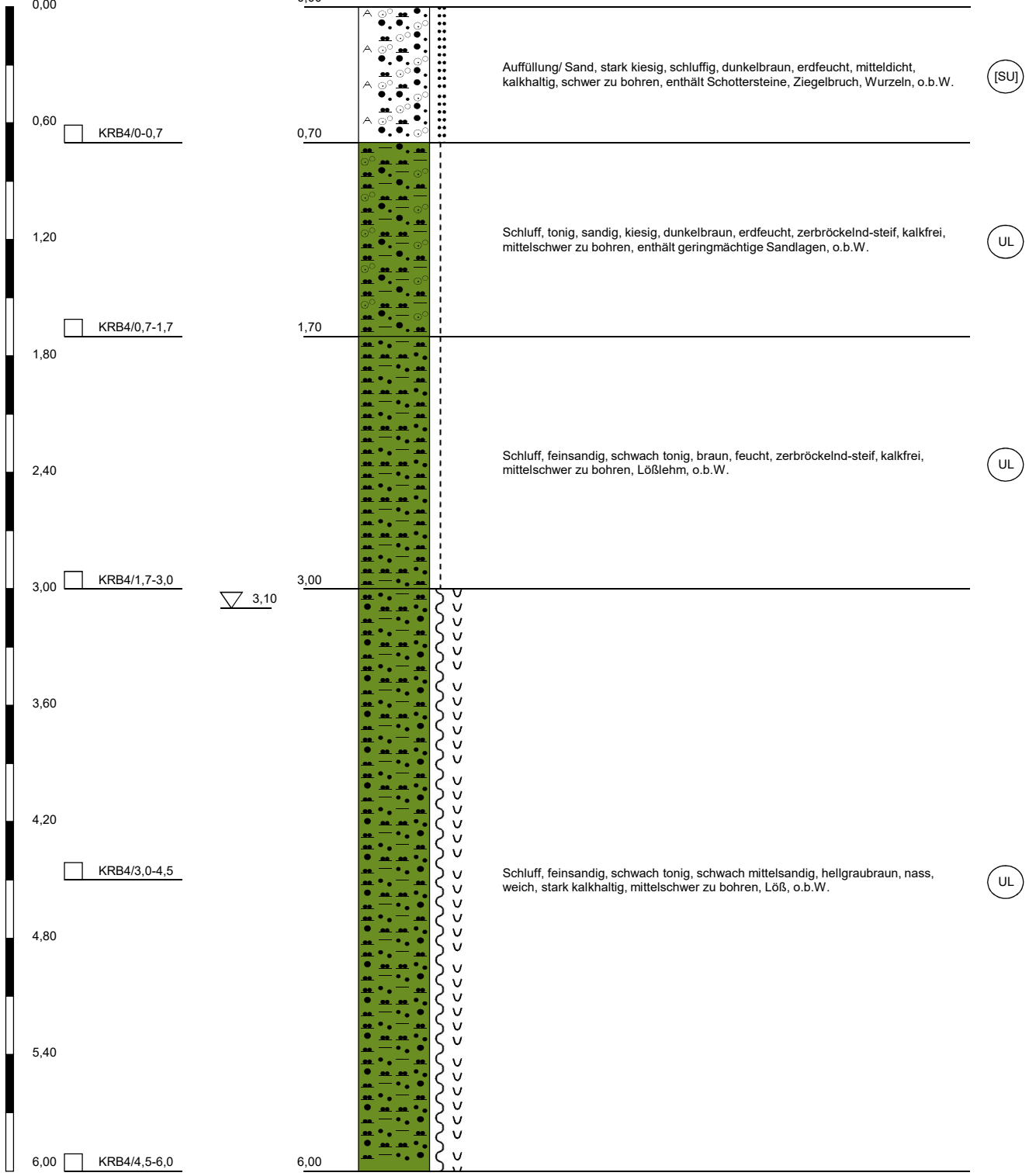
GeoConsult Hamm
Ingenieur- und Sachverständigenbüro für Geothermie und Geotechnik
Darmstädter Str. 44, 64331 Weiterstadt

Projektbezeichnung:	*BV Walther-Rathenau-Allee 17*		
Projektort:	*Michelstadt*	Projektnummer:	*22065*
Bohrverfahren:	*Kleinrammbohrung*	Bearbeiter:	*K. Hamm*
Bohrunternehmen:	*GeoZ*	Datum:	*30.08.2022*
Bohrdurchmesser [mm]:	*40-60*	Lokalität:	*siehe Lageplan (Anlage 1)*
Zweck:	*Geotechn. Erkundung*	Höhenmaßstab:	*1 : 30*



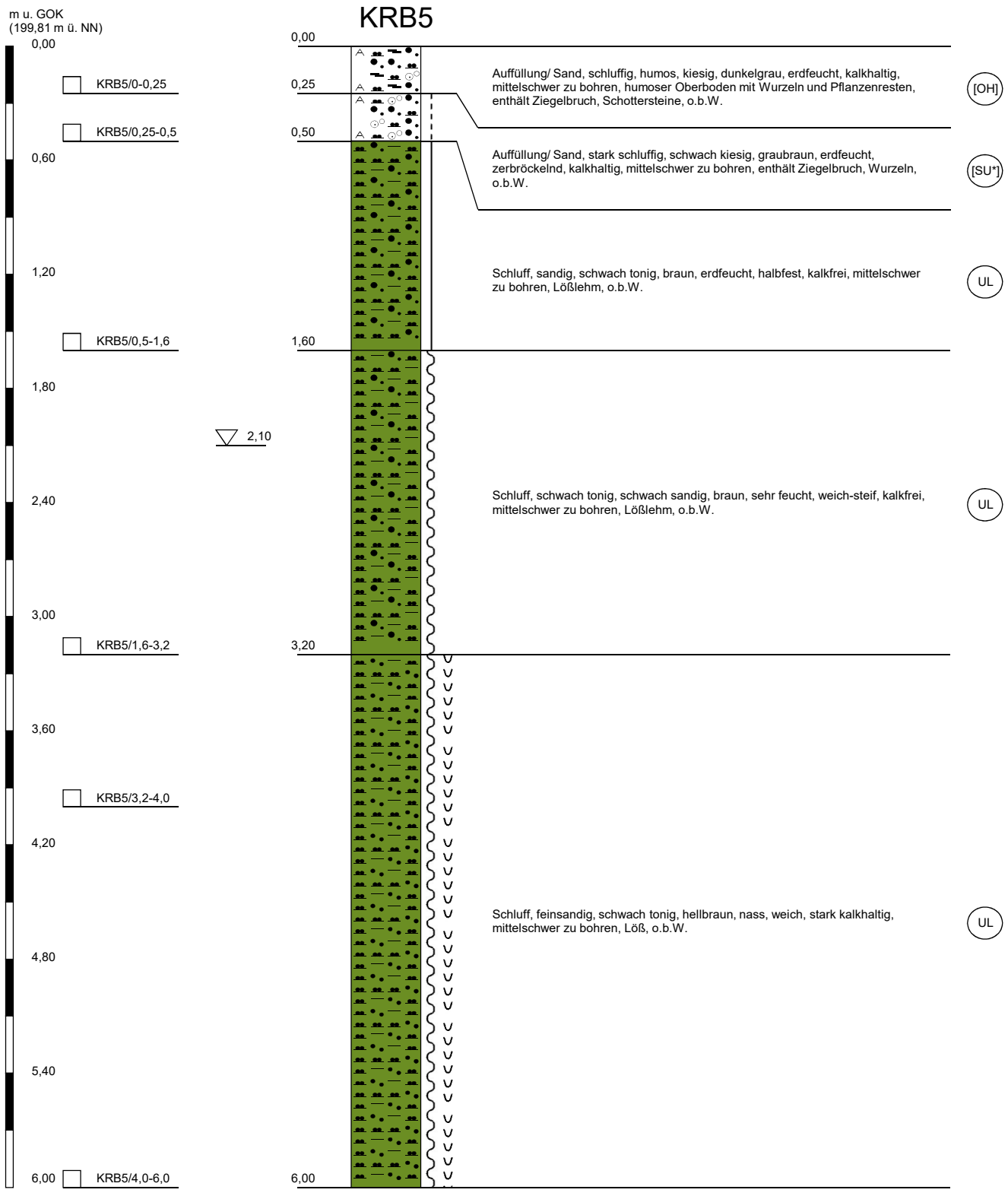
GeoConsult Hamm
Ingenieur- und Sachverständigenbüro für Geothermie und Geotechnik
Darmstädter Str. 44, 64331 Weiterstadt

Projektbezeichnung:	*BV Walther-Rathenau-Allee 17*		
Projektort:	*Michelstadt*	Projektnummer:	*22065*
Bohrverfahren:	*Kleinrammbohrung*	Bearbeiter:	*K. Hamm*
Bohrunternehmen:	*GeoZ*	Datum:	*30.08.2022*
Bohrdurchmesser [mm]:	*40-60*	Lokalität:	*siehe Lageplan (Anlage 1)*
Zweck:	*Geotechn. Erkundung*	Höhenmaßstab:	*1 : 30*



GeoConsult Hamm
Ingenieur- und Sachverständigenbüro für Geothermie und Geotechnik
Darmstädter Str. 44, 64331 Weiterstadt

Projektbezeichnung:	*BV Walther-Rathenau-Allee 17*		
Projektort:	*Michelstadt*	Projektnummer:	*22065*
Bohrverfahren:	*Kleinrammbohrung*	Bearbeiter:	*K. Hamm*
Bohrunternehmen:	*GeoZ*	Datum:	*30.08.2022*
Bohrdurchmesser [mm]:	*40-60*	Lokalität:	*siehe Lageplan (Anlage 1)*
Zweck:	*Geotechn. Erkundung*	Höhenmaßstab:	*1 : 30*



Legende Bohrprofile

UL	Bodengruppe (DIN 18196)
KRB1/0,5-1,2	Probenahme (Boden/Bodenluft)
2,37	Grundwasser erbohrt
2,37	Grundwasser gemessen
	fest
	halbfest
	steif
	weich
	breiig
	locker bis sehr locker
	mitteldicht
	dicht
	sehr dicht
	nass
o.b.W.	"ohne besondere Wahrnehmung"

	Asphalt/Schwarzdecke, Beton, Verbundstein, Pflaster
	Torf, torfig, Humus, humos
	Auffüllung
	Steine, steinig, Blöcke
	Grobkies, grobkiesig
	Mittelkies, mittelkiesig
	Feinkies, feinkiesig
	Kies, kiesig
	Grobsand grobsandig
	Feinsand, feinsandig
	Mittelsand, mittelsandig
	Sand, sandig
	Schluff, schluffig
	Ton, tonig
	Löss, Lösslehm
	Fels
	Fels verwittert
	Mutterboden, humoser Oberboden
	Mudde/Schlick

Anlage 3

Rammprofile gem. DIN 4094 / DIN EN ISO 22476-2

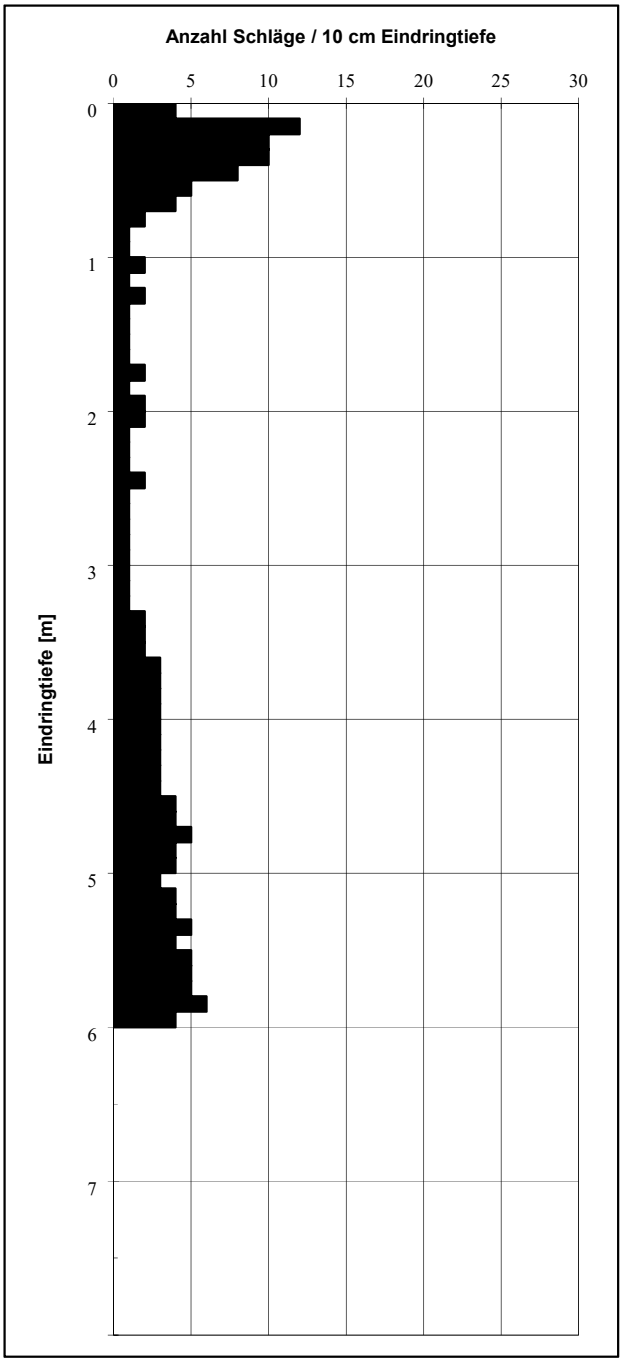
(3 Seiten)

GeoConsult Hamm
Ingenieur- und Sachverständigenbüro für Geothermie und Geotechnik
Darmstädter Str. 44, 64331 Weiterstadt

Projektbezeichnung:	*BV Walther-Rathenau-Allee 17*		
Projektort:	*Michelstadt*	Projektnummer:	*22065*
Sondierart:	*Schwere Rammsonde (DPH)*	Bearbeiter:	*K. Hamm*
Bohrunternehmen:	*GeoZ*	Datum:	*30.08.2022*
Ansatzpunkt:	***DPH1***	Lokalität:	*siehe Lageplan (Anlage 1)*
Zweck:	*Geotechn. Erkundung*	Ansatzhöhe:	*199,54 m ü. NN*

Tiefe	N_{10}	Tiefe	N_{10}	Tiefe	N_{10}	Tiefe	N_{10}
0,10	4	3,10	1	6,10		9,10	
0,20	12	3,20	1	6,20		9,20	
0,30	10	3,30	1	6,30		9,30	
0,40	10	3,40	2	6,40		9,40	
0,50	8	3,50	2	6,50		9,50	
0,60	5	3,60	2	6,60		9,60	
0,70	4	3,70	3	6,70		9,70	
0,80	2	3,80	3	6,80		9,80	
0,90	1	3,90	3	6,90		9,90	
1,00	1	4,00	3	7,00		10,00	
*	L	*	M	*		*	
1,10	2	4,10	3	7,10		10,10	
1,20	1	4,20	3	7,20		10,20	
1,30	2	4,30	3	7,30		10,30	
1,40	1	4,40	3	7,40		10,40	
1,50	1	4,50	3	7,50		10,50	
1,60	1	4,60	4	7,60		10,60	
1,70	1	4,70	4	7,70		10,70	
1,80	2	4,80	5	7,80		10,80	
1,90	1	4,90	4	7,90		10,90	
2,00	2	5,00	4	8,00		11,00	
*	L	*	S	*		*	
2,10	2	5,10	3	8,10		11,10	
2,20	1	5,20	4	8,20		11,20	
2,30	1	5,30	4	8,30		11,30	
2,40	1	5,40	5	8,40		11,40	
2,50	2	5,50	4	8,50		11,50	
2,60	1	5,60	5	8,60		11,60	
2,70	1	5,70	5	8,70		11,70	
2,80	1	5,80	5	8,80		11,80	
2,90	1	5,90	6	8,90		11,90	
3,00	1	6,00	4	9,00		12,00	
*	M	*	S	*		*	

* Drehbarkeit des Gestänges: S= schwer; M= mittel; L= leicht;



Grundwasser: In KRB1 bei 3,3 m unter GOK erbohrt.

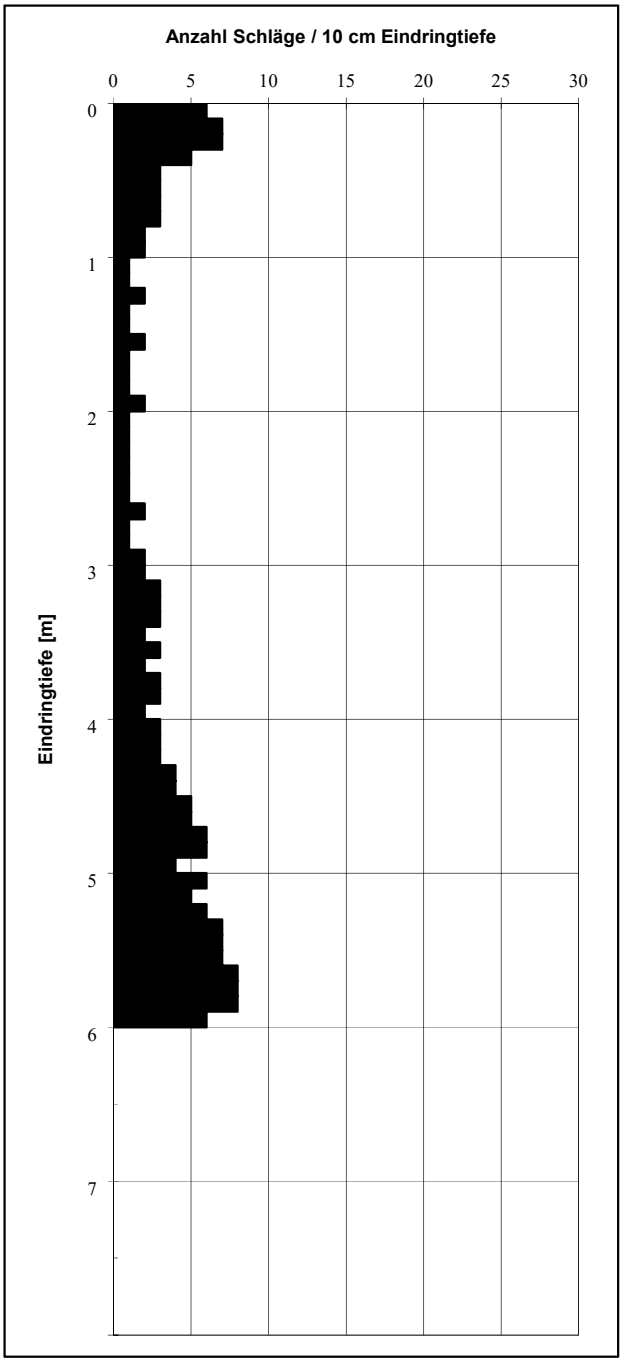
Legende:
DPL: Leichte Rammsonde (Fallgew.: 10 kg, Fallhöhe: 0,5 m)
DPM: Mittelschwere Rammsonde (Fallgew.: 30 kg, Fallhöhe: 0,5 m)
DPH: Schwere Rammsonde (Fallgew.: 50 kg, Fallhöhe: 0,5 m)

GeoConsult Hamm
Ingenieur- und Sachverständigenbüro für Geothermie und Geotechnik
Darmstädter Str. 44, 64331 Weiterstadt

Projektbezeichnung:	*BV Walther-Rathenau-Allee 17*		
Projektort:	*Michelstadt*	Projektnummer:	*22065*
Sondierart:	*Schwere Rammsonde (DPH)*	Bearbeiter:	*K. Hamm*
Bohrunternehmen:	*GeoZ*	Datum:	*30.08.2022*
Ansatzpunkt:	***DPH2***	Lokalität:	*siehe Lageplan (Anlage 1)*
Zweck:	*Geotechn. Erkundung*	Ansatzhöhe:	*199,77 m ü. NN*

Tiefe	N_{10}	Tiefe	N_{10}	Tiefe	N_{10}	Tiefe	N_{10}
0,10	6	3,10	2	6,10		9,10	
0,20	7	3,20	3	6,20		9,20	
0,30	7	3,30	3	6,30		9,30	
0,40	5	3,40	3	6,40		9,40	
0,50	3	3,50	2	6,50		9,50	
0,60	3	3,60	3	6,60		9,60	
0,70	3	3,70	2	6,70		9,70	
0,80	3	3,80	3	6,80		9,80	
0,90	2	3,90	3	6,90		9,90	
1,00	2	4,00	2	7,00		10,00	
*	L	*	M	*		*	
1,10	1	4,10	3	7,10		10,10	
1,20	1	4,20	3	7,20		10,20	
1,30	2	4,30	3	7,30		10,30	
1,40	1	4,40	4	7,40		10,40	
1,50	1	4,50	4	7,50		10,50	
1,60	2	4,60	5	7,60		10,60	
1,70	1	4,70	5	7,70		10,70	
1,80	1	4,80	6	7,80		10,80	
1,90	1	4,90	6	7,90		10,90	
2,00	2	5,00	4	8,00		11,00	
*	M	*	S	*		*	
2,10	1	5,10	6	8,10		11,10	
2,20	1	5,20	5	8,20		11,20	
2,30	1	5,30	6	8,30		11,30	
2,40	1	5,40	7	8,40		11,40	
2,50	1	5,50	7	8,50		11,50	
2,60	1	5,60	7	8,60		11,60	
2,70	2	5,70	8	8,70		11,70	
2,80	1	5,80	8	8,80		11,80	
2,90	1	5,90	8	8,90		11,90	
3,00	2	6,00	6	9,00		12,00	
*	M	*	S	*		*	

* Drehbarkeit des Gestänges: S= schwer; M= mittel; L= leicht;



Grundwasser: In KRB2 bei 3,1 m unter GOK erbohrt.

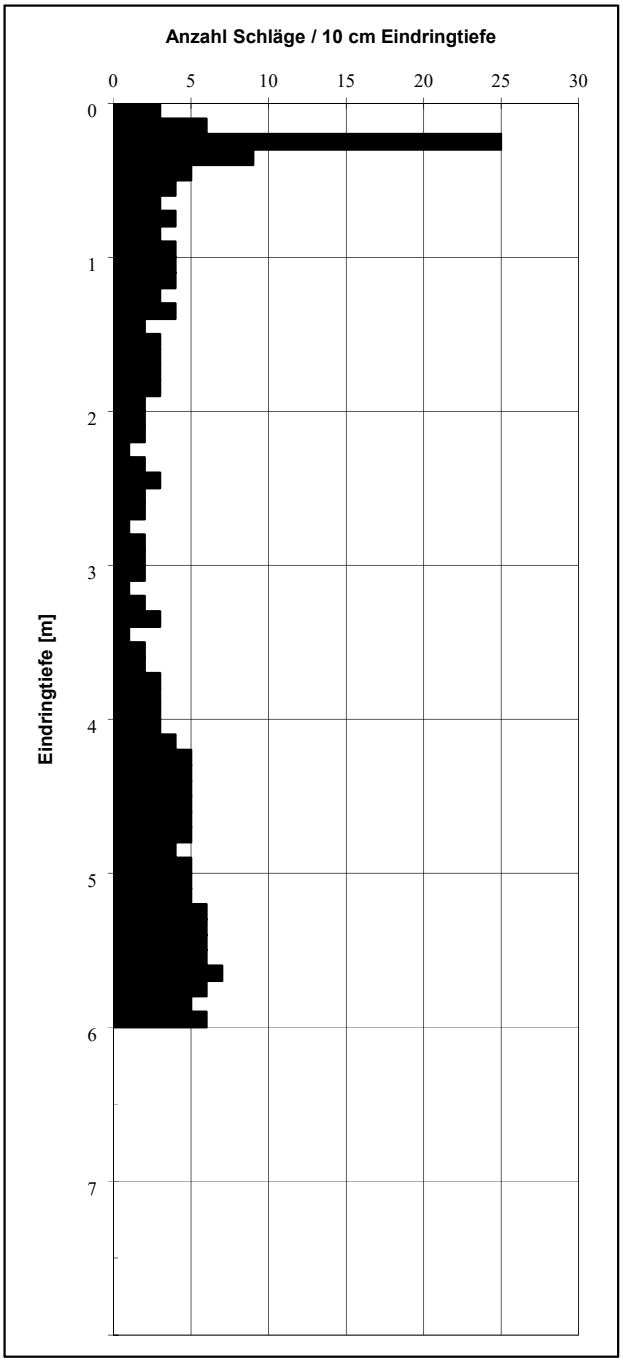
Legende:
DPL: Leichte Rammsonde (Fallgew.: 10 kg, Fallhöhe: 0,5 m)
DPM: Mittelschwere Rammsonde (Fallgew.: 30 kg, Fallhöhe: 0,5 m)
DPH: Schwere Rammsonde (Fallgew.: 50 kg, Fallhöhe: 0,5 m)

GeoConsult Hamm
Ingenieur- und Sachverständigenbüro für Geothermie und Geotechnik
Darmstädter Str. 44, 64331 Weiterstadt

Projektbezeichnung:	*BV Walther-Rathenau-Allee 17*		
Projektort:	*Michelstadt*	Projektnummer:	*22065*
Sondierart:	*Schwere Rammsonde (DPH)*	Bearbeiter:	*K. Hamm*
Bohrunternehmen:	*GeoZ*	Datum:	*30.08.2022*
Ansatzpunkt:	***DPH3***	Lokalität:	*siehe Lageplan (Anlage 1)*
Zweck:	*Geotechn. Erkundung*	Ansatzhöhe:	*200,27 m ü. NN*

Tiefe	N_{10}	Tiefe	N_{10}	Tiefe	N_{10}	Tiefe	N_{10}
0,10	3	3,10	2	6,10		9,10	
0,20	6	3,20	1	6,20		9,20	
0,30	25	3,30	2	6,30		9,30	
0,40	9	3,40	3	6,40		9,40	
0,50	5	3,50	1	6,50		9,50	
0,60	4	3,60	2	6,60		9,60	
0,70	3	3,70	2	6,70		9,70	
0,80	4	3,80	3	6,80		9,80	
0,90	3	3,90	3	6,90		9,90	
1,00	4	4,00	3	7,00		10,00	
*	L	*	M	*		*	
1,10	4	4,10	3	7,10		10,10	
1,20	4	4,20	4	7,20		10,20	
1,30	3	4,30	5	7,30		10,30	
1,40	4	4,40	5	7,40		10,40	
1,50	2	4,50	5	7,50		10,50	
1,60	3	4,60	5	7,60		10,60	
1,70	3	4,70	5	7,70		10,70	
1,80	3	4,80	5	7,80		10,80	
1,90	3	4,90	4	7,90		10,90	
2,00	2	5,00	5	8,00		11,00	
*	M	*	S	*		*	
2,10	2	5,10	5	8,10		11,10	
2,20	2	5,20	5	8,20		11,20	
2,30	1	5,30	6	8,30		11,30	
2,40	2	5,40	6	8,40		11,40	
2,50	3	5,50	6	8,50		11,50	
2,60	2	5,60	6	8,60		11,60	
2,70	2	5,70	7	8,70		11,70	
2,80	1	5,80	6	8,80		11,80	
2,90	2	5,90	5	8,90		11,90	
3,00	2	6,00	6	9,00		12,00	
*	M	*	S	*		*	

* Drehbarkeit des Gestänges: S= schwer; M= mittel; L= leicht;



Grundwasser: In KRB3 bei 2,5 m unter GOK erbohrt.

Legende:
DPL: Leichte Rammsonde (Fallgew.: 10 kg, Fallhöhe: 0,5 m)
DPM: Mittelschwere Rammsonde (Fallgew.: 30 kg, Fallhöhe: 0,5 m)
DPH: Schwere Rammsonde (Fallgew.: 50 kg, Fallhöhe: 0,5 m)

Anlage 4

Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

(8 Seiten)

Ingenieur- und Sachverständigenbüro
für Geothermie und Geotechnik

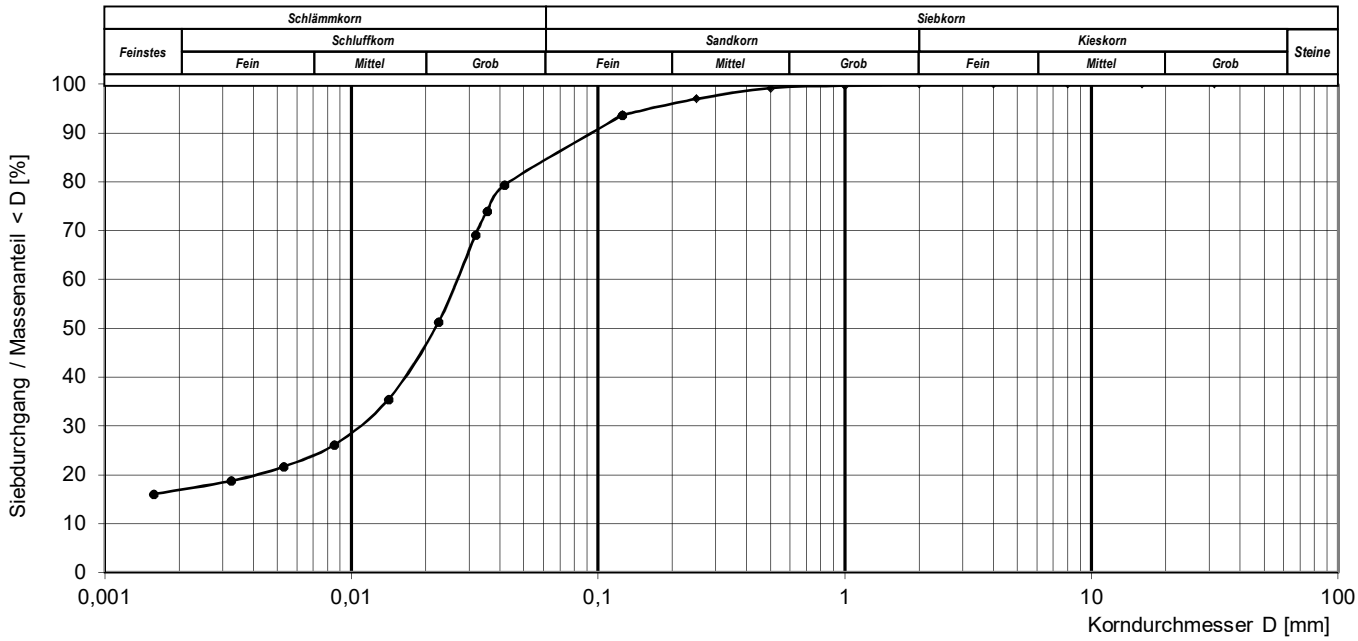
Darmstädter Str. 44
64331 Weiterstadt
Tel. 06150 / 189820

Bestimmung der Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Projektbezeichnung	BV Walther-Rathenau-Allee 17		
Projektort	Michelstadt	*Projektnummer*	22065
Auftraggeber	Von Christen		
Bearbeiter	K. Hamm	*Datum*	06.09.2022

Probenbez.	**KRB1/1,1-2,5**
Lokalität	



Bodenart (DIN 4022):	U,t,s
Ungleichförmigkeitsgrad U:	
Bodenklasse (DIN 18300):	Klasse 4
Krümmung Cc:	
Bodengruppe (DIN 18196):	UL
Frostschutzklasse (ZTVE StB 2017):	F3
k_f-Wert (nach HAZEN) [m/s]:	
k_f-Wert (nach MALLET/PAQUANT) [m/s]:	1,18E-08
Durchlässigkeit (DIN 18130):	schwach durchlässig

Korngrößenanteile [%]	
Kies	0,0
Sand	17,0
Schluff	66,2
Ton	16,7
< 2 mm	100,0
< 0,063 mm	83,0

Kornkriterien	
d60	0,027
d30	0,011
d20	0,004
d10	

für die Richtigkeit: .....

GCH
Ingenieur- und Sachverständigenbüro
für Geothermie und Geotechnik

Darmstädter Str. 44
64331 Weiterstadt
Tel. 06150 / 189820

Wassergehaltsbestimmung

nach DIN 18121 T1

Projektbezeichnung	BV Walther-Rathenau-Allee 17		
Projektort	Michelstadt	*Projektnummer*	22065
Auftraggeber	Von Christen		
Bearbeiter	K. Hamm	*Datum*	06.09.2022

Probenbez.	**KRB1/1,1-2,5**
Lokalität	

Versuchs-Nr.	1	2	3
feuchte Probe + Behälter [g]	79,16	86,29	81,78
trockene Probe + Behälter [g]	72,71	79,61	74,52
Behälter [g]	42,27	48,13	40,26
Masse des Wassers [g]	6,45	6,68	7,26
trockene Probe [g]	30,44	31,48	34,26
Wassergehalt [%]	21,19	21,22	21,19

Ergebnis

durchschnittlicher Wassergehalt w [%]	**21,20**

für die Richtigkeit .....

Ingenieur- und Sachverständigenbüro
für Geothermie und Geotechnik

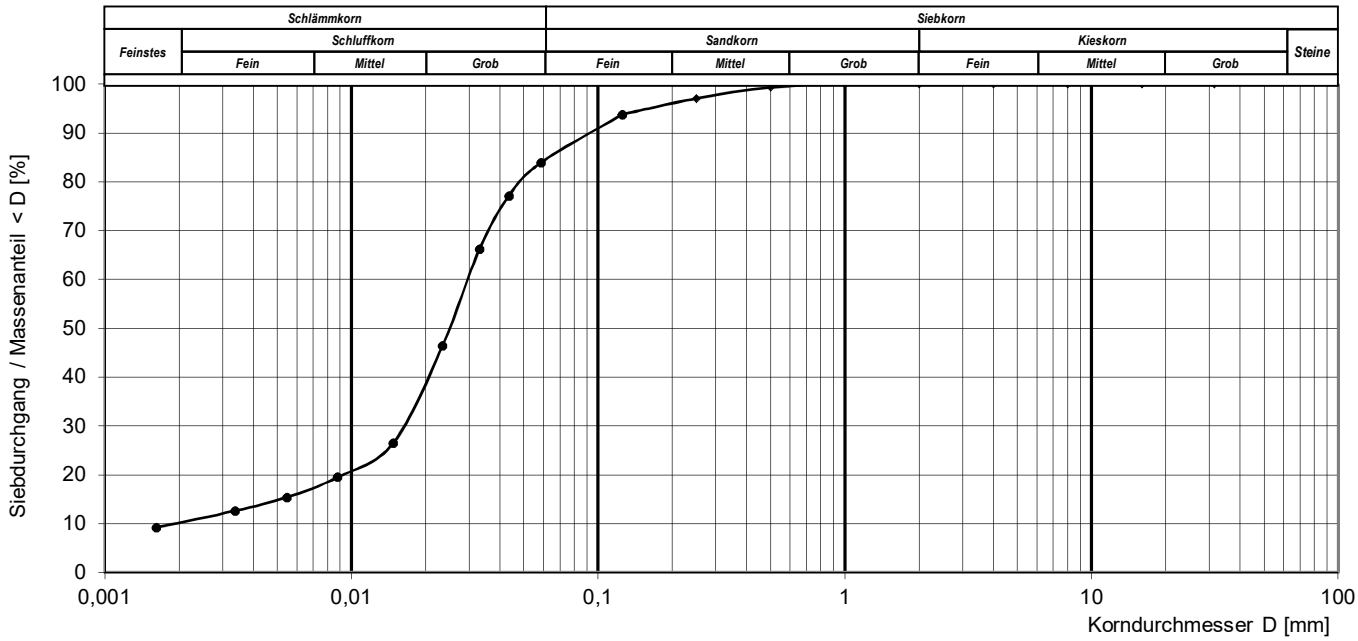
Darmstädter Str. 44
64331 Weiterstadt
Tel. 06150 / 189820

Bestimmung der Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Projektbezeichnung	BV Walther-Rathenau-Allee 17		
Projektort	Michelstadt	*Projektnummer*	22065
Auftraggeber	Von Christen		
Bearbeiter	K. Hamm	*Datum*	06.09.2022

Probenbez.	**KRB1/3,3-3,6**
Lokalität	



Bodenart (DIN 4022):	U,t,s
Ungleichförmigkeitsgrad U:	14,90
Bodenklasse (DIN 18300):	Klasse 4
Krümmung Cc:	4,40
Bodengruppe (DIN 18196):	UL
Frostschutzklasse (ZTVE StB 2017):	F3
k_f-Wert (nach HAZEN) [m/s]:	4,70E-08
k_f-Wert (nach MALLET/PAQUANT) [m/s]:	7,51E-08
Durchlässigkeit (DIN 18130):	schwach durchlässig

Korngrößenanteile [%]	
Kies	0,0
Sand	15,4
Schluff	74,6
Ton	10,0
< 2 mm	100,0
< 0,063 mm	84,6

Kornkriterien	
d60	0,030
d30	0,016
d20	0,009
d10	0,002

für die Richtigkeit: .....

GCH
Ingenieur- und Sachverständigenbüro
für Geothermie und Geotechnik

Darmstädter Str. 44
64331 Weiterstadt
Tel. 06150 / 189820

Wassergehaltsbestimmung

nach DIN 18121 T1

Projektbezeichnung	BV Walther-Rathenau-Allee 17		
Projektort	Michelstadt	*Projektnummer*	22065
Auftraggeber	Von Christen		
Bearbeiter	K. Hamm	*Datum*	06.09.2022

Probenbez.	**KRB1/3,3-3,6**
Lokalität	

Versuchs-Nr.	1	2	3
feuchte Probe + Behälter [g]	88,19	84,05	87,06
trockene Probe + Behälter [g]	79,81	75,52	77,57
Behälter [g]	46,69	36,96	39,93
Masse des Wassers [g]	8,38	8,53	9,49
trockene Probe [g]	33,12	38,56	37,64
Wassergehalt [%]	25,30	22,12	25,21

Ergebnis

durchschnittlicher Wassergehalt w [%]	**24,21**

für die Richtigkeit .....

Ingenieur- und Sachverständigenbüro
für Geothermie und Geotechnik

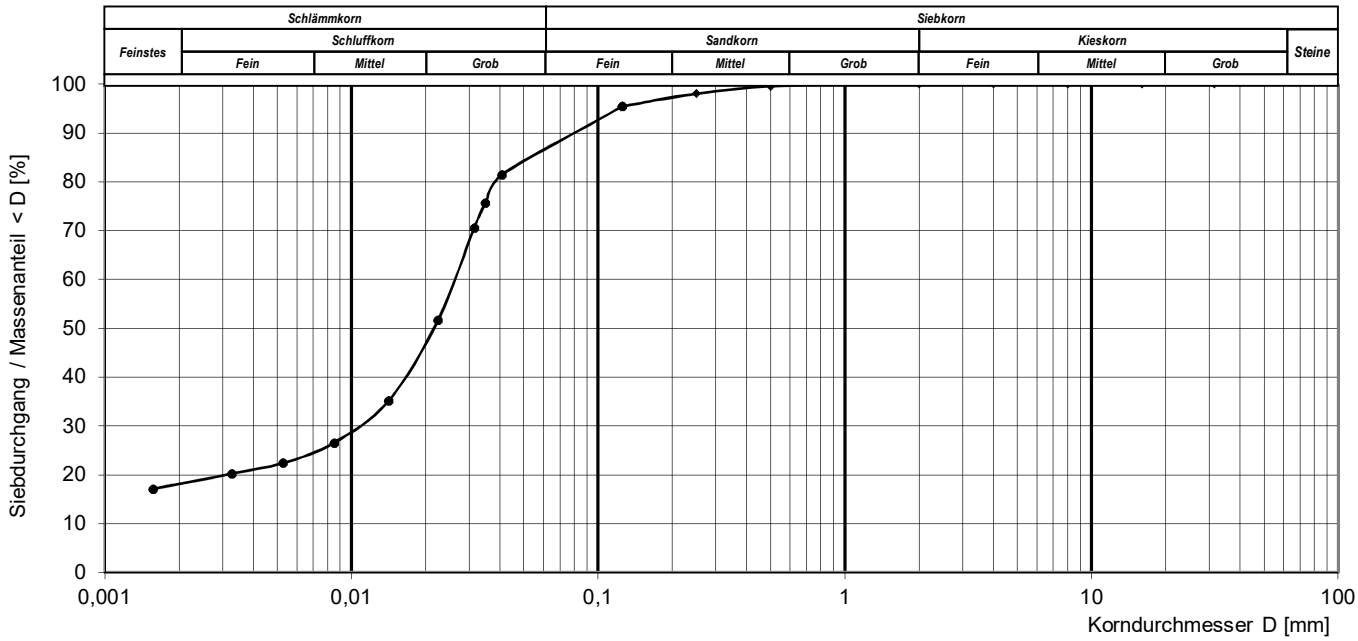
Darmstädter Str. 44
64331 Weiterstadt
Tel. 06150 / 189820

Bestimmung der Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Projektbezeichnung	BV Walther-Rathenau-Allee 17		
Projektort	Michelstadt	*Projektnummer*	22065
Auftraggeber	Von Christen		
Bearbeiter	K. Hamm	*Datum*	06.09.2022

Probenbez.	**KRB3/1,0-2,4**
Lokalität	



Bodenart (DIN 4022):	U,t,s
Ungleichförmigkeitsgrad U:	
Bodenklasse (DIN 18300):	Klasse 4
Krümmung Cc:	
Bodengruppe (DIN 18196):	UL
Frostschutzklasse (ZTVE StB 2017):	F3
k_f-Wert (nach HAZEN) [m/s]:	
k_f-Wert (nach MALLET/PAQUANT) [m/s]:	6,26E-09
Durchlässigkeit (DIN 18130):	sehr schwach durchlässig

Korngrößenanteile [%]	
Kies	0,0
Sand	14,8
Schluff	67,3
Ton	17,9
< 2 mm	100,0
< 0,063 mm	85,2

Kornkriterien	
d60	0,026
d30	0,011
d20	0,003
d10	

für die Richtigkeit: .....

GCH
Ingenieur- und Sachverständigenbüro
für Geothermie und Geotechnik

Darmstädter Str. 44
64331 Weiterstadt
Tel. 06150 / 189820

Wassergehaltsbestimmung

nach DIN 18121 T1

Projektbezeichnung	BV Walther-Rathenau-Allee 17		
Projektort	Michelstadt	*Projektnummer*	22065
Auftraggeber	Von Christen		
Bearbeiter	K. Hamm	*Datum*	06.09.2022

Probenbez.	**KRB3/1,0-2,4**
Lokalität	

Versuchs-Nr.	1	2	3
feuchte Probe + Behälter [g]	75,00	74,26	78,55
trockene Probe + Behälter [g]	68,81	68,19	71,79
Behälter [g]	39,12	39,37	39,85
Masse des Wassers [g]	6,19	6,07	6,76
trockene Probe [g]	29,69	28,82	31,94
Wassergehalt [%]	20,85	21,06	21,16

Ergebnis

durchschnittlicher Wassergehalt w [%]	**21,03**

für die Richtigkeit K. Hamm .....

Ingenieur- und Sachverständigenbüro
für Geothermie und Geotechnik

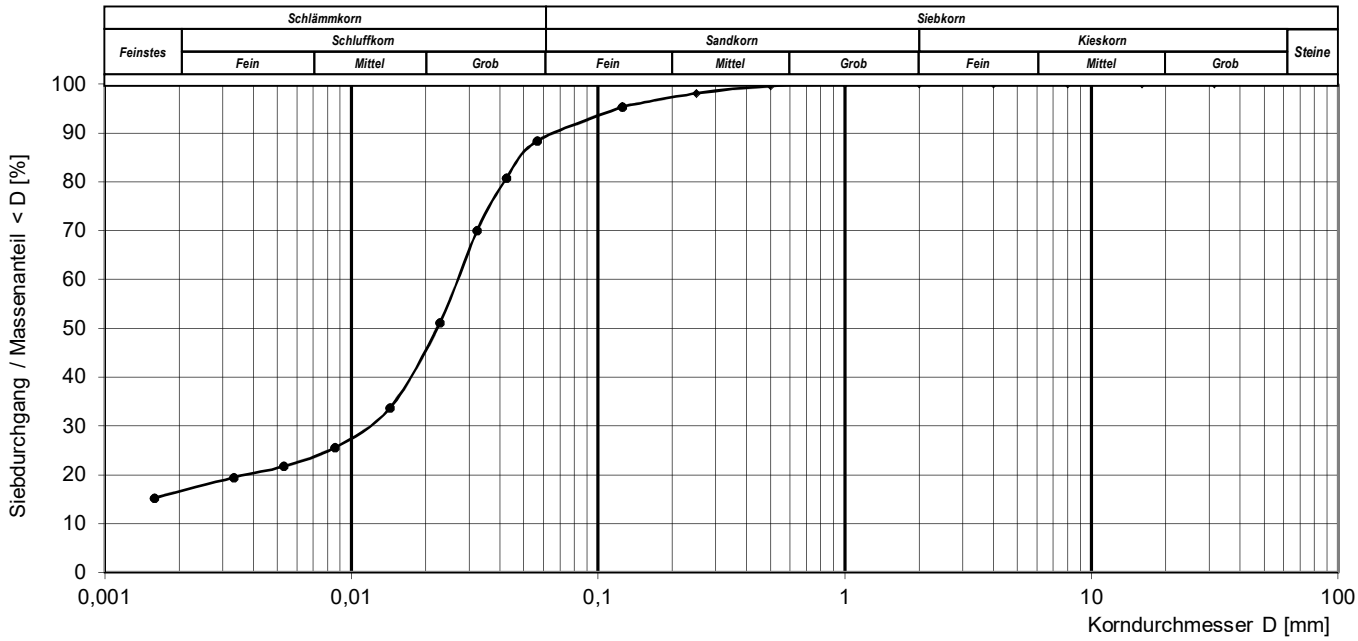
Darmstädter Str. 44
64331 Weiterstadt
Tel. 06150 / 189820

Bestimmung der Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Projektbezeichnung	BV Walther-Rathenau-Allee 17		
Projektort	Michelstadt	*Projektnummer*	22065
Auftraggeber	Von Christen		
Bearbeiter	K. Hamm	*Datum*	06.09.2022

Probenbez.	**KRB4/1,7-3,0**
Lokalität	



Bodenart (DIN 4022):	U,fs,t'
Ungleichförmigkeitsgrad U:	
Bodenklasse (DIN 18300):	Klasse 4
Krümmung Cc:	
Bodengruppe (DIN 18196):	UL
Frostschutzklasse (ZTVE StB 2017):	F3
k_f-Wert (nach HAZEN) [m/s]:	
k_f-Wert (nach MALLET/PAQUANT) [m/s]:	9,79E-09
Durchlässigkeit (DIN 18130):	sehr schwach durchlässig

Korngrößenanteile [%]	
Kies	0,0
Sand	11,0
Schluff	72,8
Ton	16,2
< 2 mm	100,0
< 0,063 mm	89,0

Kornkriterien	
d60	0,027
d30	0,012
d20	0,004
d10	

für die Richtigkeit: .....

GCH
Ingenieur- und Sachverständigenbüro
für Geothermie und Geotechnik

Darmstädter Str. 44
64331 Weiterstadt
Tel. 06150 / 189820

Wassergehaltsbestimmung

nach DIN 18121 T1

Projektbezeichnung	BV Walther-Rathenau-Allee 17		
Projektort	Michelstadt	*Projektnummer*	22065
Auftraggeber	Von Christen		
Bearbeiter	K. Hamm	*Datum*	06.09.2022

Probenbez.	**KRB4/1,7-3,0**
Lokalität	

Versuchs-Nr.	1	2	3
feuchte Probe + Behälter [g]	95,71	79,81	91,27
trockene Probe + Behälter [g]	87,03	72,04	84,26
Behälter [g]	47,44	36,38	52,50
Masse des Wassers [g]	8,68	7,77	7,01
trockene Probe [g]	39,59	35,66	31,76
Wassergehalt [%]	21,92	21,79	22,07

Ergebnis

durchschnittlicher Wassergehalt w [%]	**21,93**

für die Richtigkeit K. Hamm .....