



BAUGRUNDGUTACHTEN (GEOTECHNISCHER BERICHT)

Bauvorhaben : **Erschließung eines Wohngebietes
„Rockinger Gelände“
Erfurter Landstraße/ Burgenlandallee
Drei Gleichen OT Wechmar**

Auftrags-Nr. : B21-115
Projekt-Nr. : 2451

Auftraggeber : **Gemeine Drei Gleichen
OT Wandersleben
Schulstraße 1
99869 Drei Gleichen**

über : **Planungsgruppe 91 Ingenieurgesellschaft
Jägerstraße 7
99867 Gotha**

Geschäftsführer
Dipl.-Geol. Wedekind, U.

Bearbeiter
Dipl.-Geol. Bsteh, R.
Durchwahl 21 69 65 2

Erfurt, den 18. Mai 2021

Inhaltsverzeichnis

1	ALLGEMEINES	3
1.1	VORGANG	3
1.2	STANDORT & BAUBESCHREIBUNG	4
2	FESTSTELLUNG	5
2.1	ALLGEMEINES	5
2.2	GEOLOGISCHE SITUATION	5
2.3	BAUGRUNDVERHÄLTNISSE	8
2.4	HYDROLOGISCHE VERHÄLTNISSE	14
3	GRÜNDUNGSTECHNISCHE SCHLUSSFOLGERUNGEN	16
3.1	BAUGRUNDEIGNUNG	16
3.2	EINTEILUNG DER ERDSTOFFE IN HOMOGENBEREICHE GEMÄß VOB/C 2019	19
3.3	EMPFEHLUNGEN ZUR GRÜNDUNG	20
3.4	WASSERHALTUNGSMAßNAHMEN UND BAUWERKSABDICHTUNG	26
3.5	TECHNISCHE HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG	27
4	BERATUNG/BAUBEGLEITUNG/BAUÜBERWACHUNG	29
5	BERECHNUNGSKENNWERTE	30
6	SCHLUSSBEMERKUNGEN	31

Anlagenverzeichnis

A 1	Aufschlussplan
A 2	Aufschlussprofile
A 3	Ergebnis Korngrößenverteilungen zzgl. Wassergehalt
A 4	Einteilung der Erdstoffe in Homogenbereiche

1 Allgemeines

1.1 Vorgang

Im März 2021 wurde dem INGENIEURBÜRO FÜR BAUGRUND JACOBI der Auftrag für Baugrunduntersuchungen in Wechmar, Erfurter Landstraße Ecke Burgenlandallee, erteilt. Dabei sollten ein Gutachten erstellt und Laboruntersuchungen durchgeführt werden.

Grundlage des Auftrags war das Angebot K21-174 vom 25.02.2021 mit dem darin enthaltenen Leistungsumfang.

Neben den einschlägigen Vorschriften und Richtlinien standen für die Ausarbeitung des Gutachtens folgende Unterlagen zur Verfügung:

- U 1 Auftrag vom März 2020
- U 2 Lageplan vom Juli 2019
- U 3 17 Schichtenverzeichnisse der am 14.04.2020 abgeteuften Rammkernsondierungen
- U 4 Geologische Karte (GK25), Maßstab 1:25.000
- U 5 Ingenieurgeologische Karte der Auslaugungserscheinungen, Maßstab 1:100.000
- U 6 Hydrologische Karte Deutschlands, Maßstab 1:200.000 (HÜK 200) bzw. das landesweite Strömungsmodell im Maßstab 1:50.000 (HK 50)
- U 7 Hintergrundwerte im Grundwasser von Deutschland (HGW) (BGR, 2014-2020)
- U 8 Thüringer Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft (2020) Geoproxy Kartenauszug (GDI-Th): Orthofoto, Liegenschaftskarte, DGM, Schutzgebietskarte, URL: http://www.geoproxy.geoportal-th.de/geoclient/start_geoproxy.jsp
- U 9 Bundesamtes für Strahlenschutz Karte "Radon-Konzentration im Boden" des Bundesamtes für Strahlenschutz, URL: <https://www.imis.bfs.de/geoportal/>

Der Plan [U2] war Grundlage unseres Kostenangebotes und der Festlegung der Bohrpunkte.

1.2 Standort & Baubeschreibung

In Wechmar ist die Erschließung eines Wohngebietes geplant. Das Gebiet befindet sich im nordwestlichen Teil des Ortes. Das Gelände, derzeitig als Weide genutzt, zeigt ein sehr leichtes Gefälle in nördliche Richtung. Im südlichen Bereich des Geländes, entlang der Burgenallee, befinden sich mehrere Hallengebäude. Im Norden sind Stallgebäude vorhanden. Zum Teil wurden die Gebäude bereits zurückgebaut. Es ist der Rückbau aller Bestandsgebäude geplant.

Das Gebiet soll verkehrs- sowie leitungstechnisch über die Burgenlandallee sowie die Straße „Hinter dem Park“ via Erfurter Landstraße erschlossen werden. Es sind derzeitig 54 Einfamilienhäuser sowie 5 Mehrfamilienhäuser geplant.

Das Bauvorhaben wird, aufgrund der ungünstigen Baugrundverhältnisse, der Geotechnischen Kategorie 2 (GK2, mittlerer Schwierigkeitsgrad) zugeordnet.

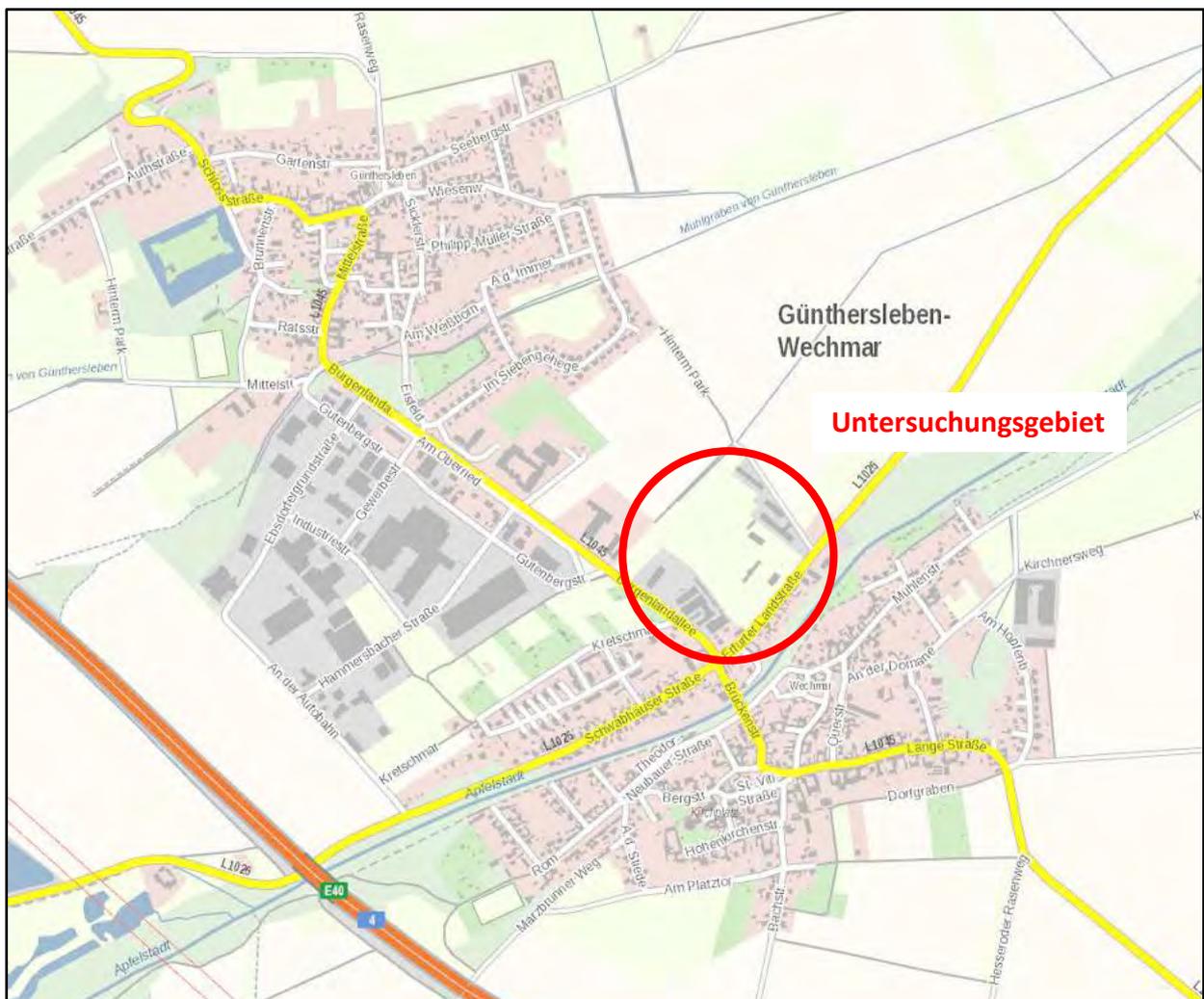


Abbildung 1: Lageübersicht des Untersuchungsgebietes (eingenordet, ohne Maßstab; ©GDI-Th).

2 Feststellung

2.1 Allgemeines

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden am 14.04.2021 auftragsgemäß 17 Rammkernsondierungen (RKS) für die Erschließung durchgeführt. Dabei wurden die RKS im Kleinrammbohrverfahren mit einem Durchmesser von $d = 80$ bis 36 mm nach DIN EN ISO 22475-1 bis in Tiefen von $0,5$ bis $3,0$ m unter Oberkante (OK) vorhandenes Gelände abgeteuft. Die aufgeschlossenen Bodenschichten wurden in Anlehnung an die DIN EN ISO 14688-1 und DIN EN ISO 14689 ingenieurgeologisch angesprochen. Es sind gestörte Bodenproben entnommen worden.

Die Aufschlusstiefe der Rammkernsondierungen wurde durch die Dichte/Festigkeit des Untergrundes begrenzt. Die Geräteauslastung wurde erreicht.

Aufgrund der vorhandenen Bebauung mussten Aufschlüsse teils in den Randbereich oder neben die geplanten Ansatzpunkte versetzt werden, sodass Abweichungen zu den Baugrundverhältnissen im eigentlichen Bereichen nicht auszuschließen sind.

Die Ansatzpunkte der Sondierungen sind im Aufschlussplan Anlage A 1 dargestellt.

Die Höhen wurden dem digitalen Geländemodell (DGM) des GDI-Th entnommen.

Der maximale Höhenunterschied zwischen den Bohrpunkten beträgt somit $2,7$ m.

Die Höhenkoten dienen ausschließlich dem höhenmäßigen Vergleich der Aufschlüsse untereinander und sind nicht im Sinne einer Ingenieurvermessung, z.B. für Planungszwecke, zu verwenden.

2.2 Geologische Situation

Der Standort befindet sich im zentralen Teil des Thüringer Beckens. Dieses wird von einer weitspannigen Keupermulde gebildet. Im Bereich des Ortes Wechmar wird diese von Störungszonen durchlaufen, die von Nordwest nach Südost streichen. Das Bebauungsgebiet befindet sich am westlich der Störungen, im Bereich der triassischen Festgesteine des Mittleren Keupers (km).

Die Festgesteine des Mittleren Keupers, werden durch dunkelgrau bis rötlichbraune Tonmergel und Tonschluffsteine der Grabfeld Formation (Unterer Gipskeuper) gestellt. Oberflächennah

vergipster und z.T. subrodierter Anhydritstein kommt in geringmächtigen Lagen vor. Untergeordnet sind Dolomitmergelsteinlagen, welche feinkörnig, plattig bis bankig und von weißgrauer bis grünlichgrauer Färbung sind, vor. Der Keuper bildet den Schichtenwasserstauer. Überlagert werden die Festgesteine von z.T. steinigen, sandigen, schluffigen Kiesen der Niederterrasse (qwn) sowie alluvialen und fluviatilen Auesedimenten aus Schluff und Ton.

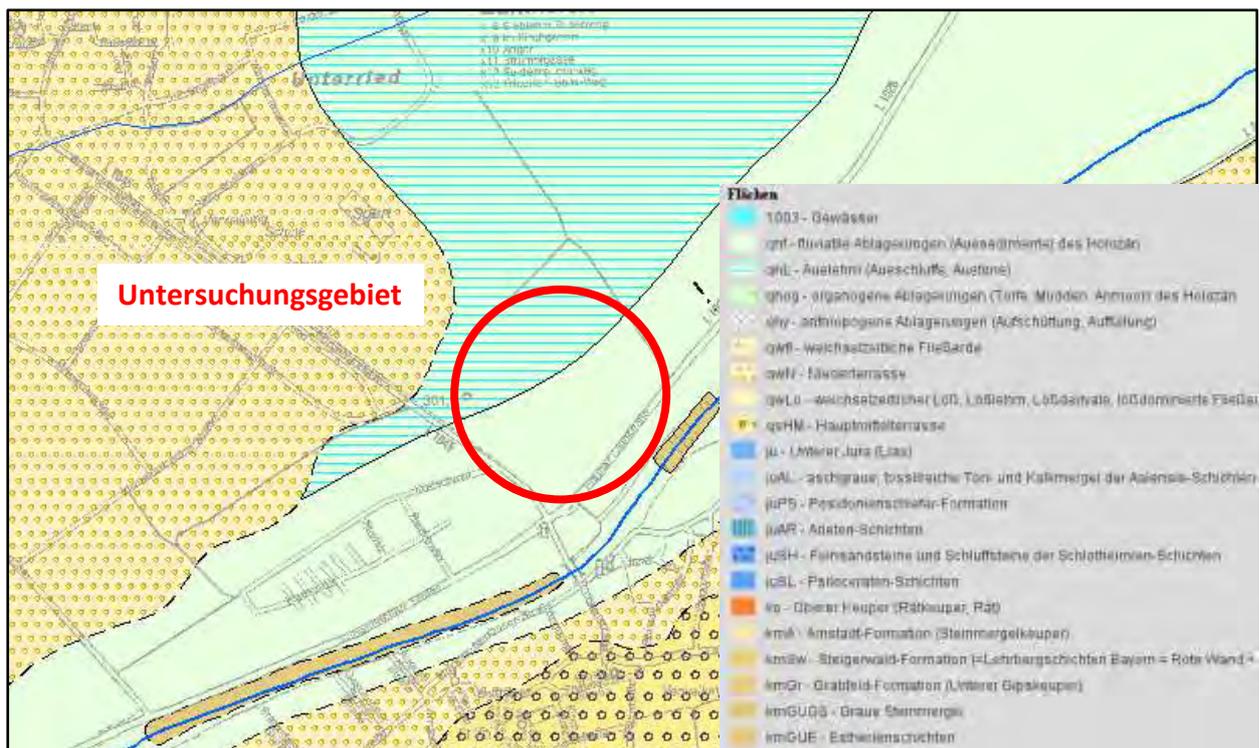


Abbildung 2: Übersicht Geologie (eingenordet, ohne Maßstab; ©TLUBN-Kartendienst).

Erdfall-/Senkungsgefährdung

Der Keuper weist mit den Anhydriten und Gipsen auslaugungsgefährdete Bestandteile auf. Flächenhafte, geringe, gleichmäßig verlaufende Senkungen sind möglich (B-b-II-1).

Erdbebeneinwirkung

Das Baugelände befindet sich nach der DIN EN 1998-1/NA:2011-01 Bild NA.1 in keiner Erdbebenzone.

Radon-Konzentration im Boden

Das Baugelände befindet sich, nach der Karte "Radon-222 Konzentration im Boden" des Bundesamtes für Strahlenschutz, im Gebiet mit einer Konzentration von geschätzten 20.000 bis 40.000 Bq/m³. Demnach liegt ein niedriges bis mäßiges Radonpotenzial im Untergrund vor.

Die o.g. genannten Werte geben eine Orientierung darüber, wie Radon in der Bodenluft einen Meter unter der Erdoberfläche regional verteilt ist. Aussagen zu Einzelgebäuden können ausschließlich nur durch individuelle Messungen getroffen werden.

Entsprechende Maßnahmen zum Umgang mit Radon in Bezug auf die Gebäudeabdichtung können dem Radon-Handbuch Deutschland (Hrsg. Bundesamt für Strahlenschutz) entnommen werden.

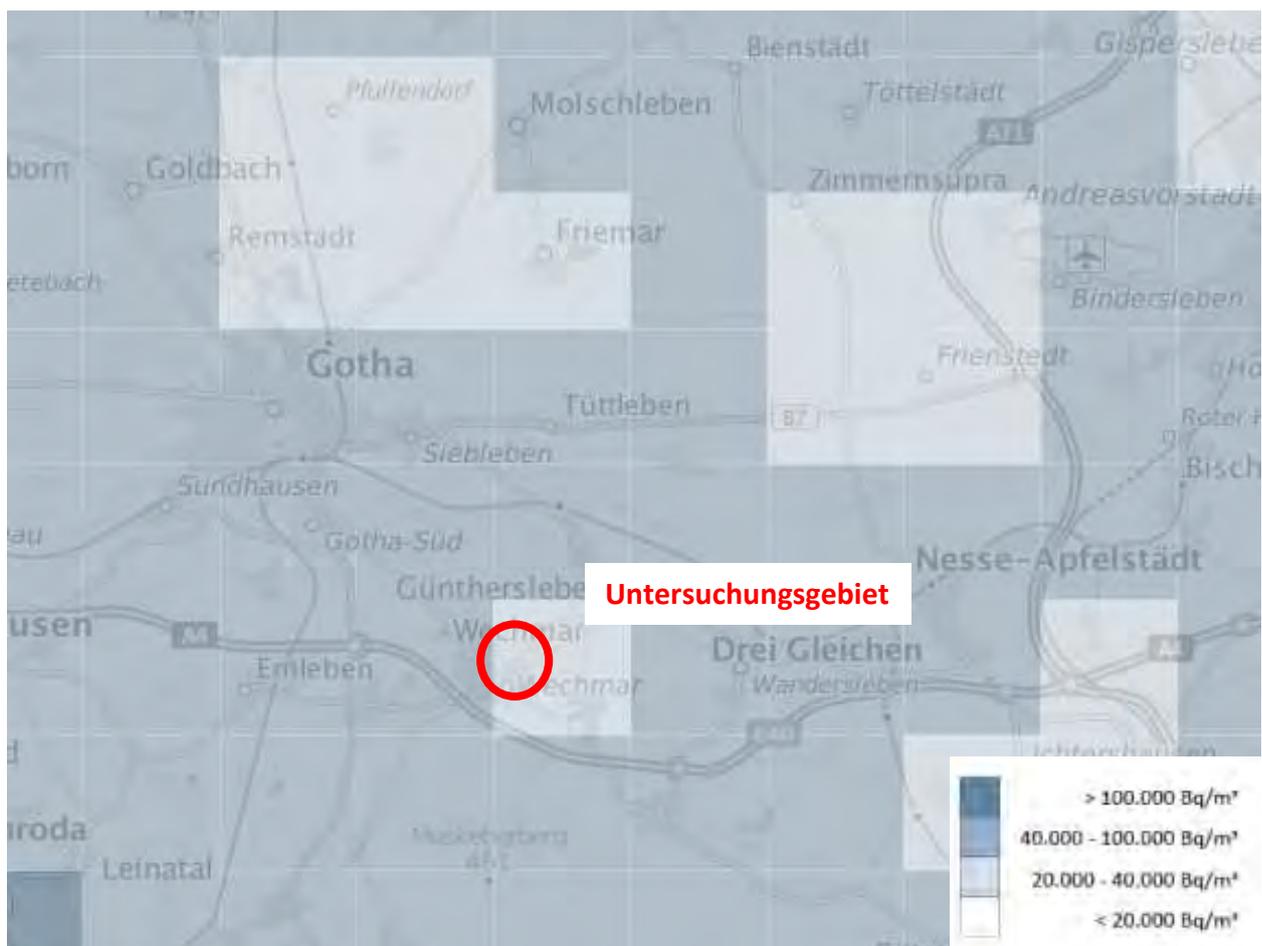


Abbildung 3: Karte "Radon-Konzentration im Boden" des Bundesamtes für Strahlenschutz (eingenordet, ohne Maßstab, ©BfS-Kartendienst).

2.3 Baugrundverhältnisse

Der Baugrund lässt sich im Aufschlussbereich zusammenfassend als ein 5-Schichtsystem beschreiben.

Tabelle 1: Übersicht der Schichten.

Schicht	Bodenart	Schichtuntergrenze [m u. GOK]	Aufschluss
1	Oberboden	0,2 bis 0,6	RKS 2, 3, RKS 5 bis 17
2	Auffüllung	0,3 bis 1,2	RKS 1 bis RKS 6, RKS 17
3	Aueablagerungen	0,7 bis 1,0	RKS 2 bis 4, 6, 7, 9, 10, 14
4	Niederterrasse	≥ 0,5 bis ≥ 2,8	RKS 1 bis 17
5	Tonstein, zersetzt bis verwittert	≥ 3,0	RKS 10

Bedingt durch das Aufschlussverfahren können die tatsächlichen Tiefen von den gemessenen Tiefen abweichen. Naturbedingt kann der Schichtverlauf im Untergrund Schwankungen unterworfen sein. Grundsätzlich gilt nach DIN 4020:2010-12 Abschn. 2.1.1: „Aufschlüsse in Boden und Fels sind als Stichproben zu bewerten. Sie lassen für zwischenliegende Bereiche nur Wahrscheinlichkeitsaussagen zu [...].“

Detaillierte Angaben zur Bodenhauptart, Baugrundsichtung, Beimengungen, Beschaffenheit und Farbe können den Bohrprofilen in Anlage A 2 entnommen werden.

Für die Einteilung und Bewertung der Erdstoffe wurden Korngrößenverteilungen nach DIN 18123 herangezogen. Die genauen Ergebnisse sind der Anlage A 3 zu entnehmen.

Eine chemische Beurteilung der Erdstoffe der Schichten 2 bis 4 erfolgt in dem Bericht zur Abfallcharakterisierung S21-037.

Verkehrsflächen-Oberbau

Als Deckschicht steht im Westen bzw. Südwesten, im Bereich der Lagerhallen eine Betondecke sowie in Teilen Pflasterung an. Die Dicke der Pflasterung beträgt 8 cm. Die der Betondecke rd. 16 cm. Da diese nur an einer Stelle erkundet wurde, ist mit Schwankungen zu rechnen.

Unterhalb folgt eine Tragschicht (Auffüllung) mit Schichtdicken rd. 35 cm.

Im Osten, im Bereich der Stallgebäude sind ebenfalls Verkehrsflächen aus Beton (-fertigteilen) angetroffen worden. Erfahrungsgemäß ist hier von einer Stärke von 0,15 bis 0,25 m sowie einer unterlagernden Schottertragschicht von 0,15 bis 0,3 m auszugehen.

Schicht 0: Tragschicht (Verkehrsflächen-Oberbau)

Die aufgefüllte **Tragschicht** unterhalb der Verkehrswege besteht aus einem Erdstoffgemisch, welches überwiegend mit kiesigen Materialien durchsetzt ist. Die Schichtmächtigkeit schwankt zwischen 0,15 bis 0,35 m. In Bereichen mit Schwerlastverkehr ist mit größeren Schichtstärken zu rechnen.

Tabelle 2: Geotechnische Klassifizierung der Schicht 0. Tragschicht .

Parameter	Klassifizierung
Bodenart	Schottertragschicht Kies, sandig
Bodengruppen (DIN 18 196)	[GW]
Färbung	graurot
Lagerungsdichte (anhand Bohrfortschritt)	mitteldicht
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit	groß
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB 17)	F 1
Verdichtbarkeitsklasse (ZTV A-StB 12)	V 1
Bodengruppen (ATV-DVWK-A 127)	G 1
Durchlässigkeitsbeiwert k_f^A	$5 \cdot 10^{-4}$ m/s bis 10^{-3} m/s

^A kann in Abhängigkeit von der Lagerungsdichte, Kornverzahnung und dem Feinkornanteil weiter variieren

Aufgrund der nur lokal erkundeten Tragschichtmaterialien in geringen Schichtmächtigkeiten wurde auf eine separate abfallcharakterisierende Bewertung dieser verzichtet und als Mischprobe mit der Schicht 2 in dem Bericht zur Abfallcharakterisierung S21-037 bewertet.

Schicht 1: Oberboden

Als Geländedeckschicht steht ein ca. 0,3 bis 0,6 m mächtiger durchwurzelter **Oberboden** an. Mit Oberboden ist zudem in Straßenrandbereichen sowie derzeitigen Grünflächen zu rechnen. In Abhängigkeit der Vornutzung der Fläche, insbesondere im Bereich von Bebauungen, ist dieser anthropogen umgelagert und kann höhere Schichtmächtigkeiten erreichen.

Tabelle 3: Geotechnische Klassifizierung der Schicht 1: Oberboden.

Parameter	Klassifizierung
Bodenart	Oberboden (Mutterboden) - Sand, stark schluffig, schwach tonig, org. Beimengungen - Schluff, stark sandig, schwach tonig, sehr schwach kiesig, org. Beimengungen
Bodengruppen (DIN 18196)	OH, [OH], OU
Färbung	braun
Plastizität	leichtplastisch
Lagerungsdichte (anhand Bohrfortschritt)	locker
Konsistenz	steif
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit	groß
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB 17)	F 3
Verdichtbarkeitsklasse (ZTV A-StB 12)	-
Bodengruppen (ATV-DVWK-A 127)	-
Durchlässigkeitsbeiwert k_r^A	$\leq 10^{-5}$ m/s

^A Kann in Abhängigkeit von der Lagerungsdichte, Kornverzahnung und dem Feinkornanteil weiter variieren.

Schicht 2: Auffüllung

Im Bereich ehemaliger und aktueller Bestandsgebäude sind als Geländedeckschicht **Auffüllungen** mit Dicken von 0,4 bis 0,9 m angetroffen worden.

Da auf dem Gelände Vorbebauungen standen bzw. stehen, ist die Wahrscheinlichkeit von verbliebenen Bauwerksresten, Betonbruch oder ähnliches im Untergrund sehr hoch. Dies sollte bei der Ausschreibung wie auch Bauausführung berücksichtigt werden.

Örtlich sind durchaus tiefer aufgefüllte Bereiche und kleine Hohlräume innerhalb der Auffüllung möglich. Im Bereich von Leitungen oder Kanälen sind tiefer aufgefüllte Bereiche zu erwarten.

Die Lagerungsdichte liegt mit geringen Schwankungen vorwiegend im lockeren Bereich. Die bindigen Bestandteile lagen zum Zeitpunkt der Baugrunderkundung in einer steifen Zustandsform vor.

Infolge der schwankenden Zusammensetzung ist das Tragfähigkeits- und Formänderungsverhalten nicht genau definierbar. Daher sind die im Abschnitt 4 der Auffüllung zugeordneten bodenmechanischen Kennwerte als Durchschnittswerte zu

betrachten. Für bautechnische Zwecke ist die Auffüllung als Gründungsschicht aufgrund ihrer inhomogenen Struktur und unterschiedlichen bzw. geringen Lagerungsdichten nicht geeignet.

Bei einer Belastung der Auffüllung treten differierende, teilweise starke Verformungen auf.

Tabelle 4: Geotechnische Klassifizierung der Schicht 2: Auffüllung.

Parameter	Klassifizierung
Bodenart	Auffüllung - Sand und Kies, schluffig - Kies, sandig, schwach schluffig bis schluffig, teils schwach steinig - Schluff, stark sandig, schwach tonig
Bodengruppen (DIN 18196)	[GU*, GU, TL]
Färbung	braun, grau, weiß, rot
Plastizität	leichtplastisch (TL)
Lagerungsdichte (anhand Bohrfortschritt)	locker
Konsistenz	steif (TL)
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit	mittel bis groß
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB 17)	F 2 bis F 3
Verdichtbarkeitsklasse (ZTV A-StB 12)	V 1 bis V 3
Bodengruppen (ATV-DVWK-A 127)	G 2 bis G 4
Durchlässigkeitsbeiwert k_f^A	$5 \cdot 10^{-8}$ m/s bis 10^{-4} m/s

^A Kann in Abhängigkeit von der Lagerungsdichte, Kornverzahnung und dem Feinkornanteil weiter variieren.

Schicht 3: Aueablagerungen

Unterhalb des Oberbodens folgen **leichtplastische Aueablagerungen (T)** mit Dicken von bis zu 0,6 m. Die Aueablagerungen sind durch einen sehr hohen Feinkornanteil charakterisiert. Im Übergang zu der unterlagernden Niederterrasse nimmt der Kiesanteil stark zu.

Auflagernd auf den Kiesen können die bindigen Ablagerungen einen hydrostatischen Druck des anstehenden Grundwassers bewirken (derzeit nicht gegeben).

Tabelle 5: Geotechnische Klassifizierung der Schicht 3: Aueablagerungen.

Parameter	Klassifizierung
Bodenart	Aueablagerungen - Schluff, stark sandig, schwach tonig, schwach kiesig, teils sehr schwach org. Beimengungen - Kies und Schluff, sandig
Bodengruppen (DIN 18196)	TL, GU*
Färbung	braun
Plastizität	leichtplastisch
Lagerungsdichte (anhand Bohrfortschritt)	locker bis mitteldicht (GU*)
Konsistenz	weich bis steif, steif bis halbfest (TL)
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit	mittel bis groß
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB 17)	F 3
Verdichtbarkeitsklasse (ZTV A-StB 12)	V2 (GU*) bis V 3 (TL)
Bodengruppen (ATV-DVWK-A 127)	G 3 (GU*) bis G 4 (TL)
Durchlässigkeitsbeiwert k_f^A	10^{-8} m/s bis 10^{-5} m/s

^A Kann in Abhängigkeit von der Lagerungsdichte, Kornverzahnung und dem Feinkornanteil weiter variieren.

Schicht 4: Niederterrasse

An die Aueablagerungen schließen die **Schotter der Niederterrasse** mit Dicken von rd. 2,1 m an. Im oberen Teil der Schichtung kommen sehr schluffige Lagen vor. Vom Hangenden zum Liegenden nimmt der Feinkornanteil rasch ab.

Bedingt durch das Aufschlussverfahren sind mögliche Stein- und Blockanteile im Terrassenschotter nicht erfasst, diese sind erfahrungsgemäß zu erwarten. Im Terrassenschotter können sich ggf. Tonlinsen befinden, welche jedoch bei der Untersuchung nicht festgestellt wurden.

Tabelle 6: Geotechnische Klassifizierung der Schicht 4: Niederterrasse.

Parameter	Klassifizierung
Bodenart	Niederterrasse - Kies, sandig, teils sehr schwach schluffig bis schwach schluffig, schwach steinig - Kies, schluffig, sandig, teils steinig
Bodengruppen (DIN 18196)	GU*, GU, GW
Färbung	braun, graurot
Plastizität	-
Lagerungsdichte (anhand Bohrfortschritt)	mitteldicht bis dicht
Konsistenz	-
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit	groß
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB 17)	F 1 (GW) bis F 3 (GU, GU*)
Verdichtbarkeitsklasse (ZTV A-StB 12)	V 1 (GW) bis V 2 (GU, GU*)
Bodengruppen (ATV-DVWK-A 127)	G 1 (GW) bis G 3 (GU, GU*)
Durchlässigkeitsbeiwert k_f^A	10^{-7} m/s bis 10^{-3} m/s

^A Kann in Abhängigkeit von der Lagerungsdichte, Kornverzahnung und dem Feinkornanteil weiter variieren.

Schicht 5: Tonstein, zersetzt bis verwittert

Die Festgesteine des Mittleren Keupers, in Form des Tonsteins, wurden in einer Bohrung bis zur Endteufe von 3,0 m angeschnitten.

Oberhalb liegen sie in einem zersetzten bis verwitterten Zustand vor. Nach unten nimmt der Grad der Verwitterung rasch ab. Im unteren Horizont sind ihnen Gipseinlagerungen zwischengeschaltet und die tonsteinigen Bereiche liegen in einem verwitterten Zustand vor.

Der Tonstein besitzt infolge seiner Struktur und geologischen Vorbelastung günstige Formänderungs- und Tragfähigkeitseigenschaften. Erkennbar ist seine zunehmend plattige, schiefrige Struktur, die mit zunehmender Tiefe festere Tonsteinplättchen beinhaltet und schließlich zu einem kompakten Festgestein übergeht.

Infolge seiner Dichte und Körnung ist das Sedimentgestein im Regelfall nur sehr schwach wasserdurchlässig ($k_f < 1 \cdot 10^{-8}$ m/s). D.h. der Tonstein fungiert als Wasserstauer. Wasser kann nur bis in geringe Tiefen eindringen.

Mit der Tiefe nimmt der Verwitterungs-/Zersetzungsgrad rasch ab und die Festigkeit weiter zu. Der angewitterte Festgestein wurde nicht angeschnitten.

Tabelle 7: Geotechnische Klassifizierung der Schicht 5: Tonstein, zersetzt bis verwittert.

Parameter	Klassifizierung
Bodenart	Tonstein, zersetzt bis verwittert
Kurzform (DIN 4023:2006-02); Bodengruppe (DIN 18196:2011-05)	Tst
Färbung	grau
Lagerungsdichte (anhand Bohrfortschritt)	mitteldicht bis dicht
Konsistenz	halbfest bis fest
Plastizität	mittelplastisch
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit	groß
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB 17)	F 3
Verdichtbarkeitsklasse (ZTV A-StB 12)	V 2 bis V 3 ^B
Bodengruppen (ATV-DVWK-A 127)	G 2 bis G 3 ^B
Veränderlichkeit in Wasser (DIN EN 14689-1)	veränderlich - stark veränderlich, Grad 3 - 4
Durchlässigkeitsbeiwert k_f^A	$5 \cdot 10^{-10}$ m/s bis $5 \cdot 10^{-9}$ m/s

^A Kann in Abhängigkeit von der Lagerungsdichte, Kornverzahnung und dem Feinkornanteil weiter variieren.

^B Auf entsprechende Korngrößenverteilung und ggf. notwendige Brechung des Materials ist zu achten.

2.4 Hydrologische Verhältnisse

2.4.1 Hydrogeologie

Grundwasser wurde durch die Bohrungen RKS 10 und 17 in einer Tiefe von 1,8 m u. GOK angetroffen. Dies entspricht Höhen von 297,5 und 296,6 m NHN.

Die Hydrogeologische Karte weist als oberes Grundwasserstockwerk die Schotter der Niederterrasse aus. Oberflächenwasser staut sich auf den nur sehr schwach durchlässigen Tonstein auf.

Die Hydrogeologische Übersichtskarte (HÜK 200) bzw. das landesweite Strömungsmodell im Maßstab 1:50.000 (HÜK 50) gibt einen berechneten Mittleren Grundwasserflurabstand von 3 bis 4 m an. Des Weiteren kann der Grundwasserflurabstand erheblichen jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen.

Der Bemessungsgrundwasserstand (MHGW) ist anhand der vorliegenden Informationen auf einen Schwankungsbereich von 1 bis 3 m unter GOK anzusetzen.

Unabhängig vom Grundwasserstand, weisen wir darauf hin, dass aufgrund der umliegenden bindigen Böden Stau- und Schichtwasserbildungen nicht ausgeschlossen werden können.

Im Hinblick auf die geplante Bebauung bedeutet die Wassersituation, dass z.B. in Baugruben oder verfüllten Arbeitsräumen im Bereich gering bis schlecht durchlässiger Erdstoffe die Böden wie „Badewannen“ wirken können, in denen sich zulaufendes Schicht- und Sickerwasser anstauen kann. Das heißt es kann sich auch ein höherer Wasserstand als der Bemessungsgrundwasserstand einstellen.

Der Bereich liegt außerhalb eines Trinkwassereinzugsgebietes. Das Grundwasser ist am Standort als „Gewässer mit normalen Schutzbedürfnissen“ einzuordnen.

2.4.2 Versickerungsfähigkeit

Die Wasseraufnahme- bzw. Versickerungsfähigkeit des Bodens ist zweigeteilt. Oberflächennah ist diese eingeschränkt. Ursache der schlechten Durchlässigkeit sind die bindigen Aueablagerungen, welche als Wassergeringleiter fungieren und in einem unbekanntem Maße dazu führt, dass eine Versickerung komplett verhindert werden kann.

Zur Tiefe schließen die sehr gut wasserdurchlässigen Schotter der Niederterrasse an.

Weitere Informationen können dem Versickerungsgutachten V21-01- entnommen werden.

2.4.3 Beton- und Stahlaggressivität

Anhand der Karte für Hintergrundwerte im Grundwasser (HGW) 1:250.000 sind am Standort Sulfatkonzentrationen von 218 mg/l (50 Perzentil) bis 1000 mg/l (95 Perzentil) möglich. Dies entspricht der Expositionsklasse für Betonaggressivität \leq XA1. Das bedeutete das Grundwasser ist nicht bis schwach Beton angreifend.

Für den Standort sollte, ohne aktuelle Wasseranalyse, aufgrund der erhöhten Sulfatbelastung von eine Expositionsklasse XA1 ausgegangen werden.

3 Gründungstechnische Schlussfolgerungen

3.1 Baugrundeignung

3.1.1 Eignung als Standort

Der Standort ist für die vorgesehene Bebauung aus baugrundtechnischer Sicht unter Berücksichtigung folgender erschwerender Bedingungen geeignet:

- Wasserempfindlichkeit der Schichten (Aueablagerungen)
- Anschnitt von Schicht-/Grundwasser möglich
- hohe Grundwasserstände
 - o mögliche Wasserhaltung
- ggf. benötigter Verbau (Kanalbau)
- hoher Steinanteil in der Niederterrasse
- Ehemals bebautes Gelände → mögliche unentdeckte Auffüllungsnester wahrscheinlich
- Hohes Radonpotenzial (s. Abschnitt 2.2)
 - o Abdichtung der Gebäude, unterirdischer Bauwerke (Schächte etc.) und Hausanschlüsse
 - o Vermeidung von Gasfallen

3.1.2 Eignung der Baugrundsichten zur Gründung

Tabelle 8: Eignung der Baugrundsichten zur Gründung von Hochbauten.

Schicht	Bodenart	Eignung als Gründungsschicht
1	Oberboden	nicht geeignet
2	Auffüllung	nicht geeignet
3	Aueablagerungen	<u>geeignet</u> bzw. bei geringen Konsistenzen ggf. nur nach einer zusätzlichen Baugrundstabilisierung
4	Niederterrasse	<u>geeignet</u>
5	Tonstein, zersetzt bis verwittert	<u>geeignet</u>

Tabelle 9: Eignung der Baugrundsichten zur Gründung von Leitungen.

Schicht	Bodenart	Eignung als Gründungsschicht
1	Oberboden	nicht geeignet
2	Auffüllung	geeignet bzw. bei geringen Konsistenzen ggf. nur nach einer zusätzlichen Baugrundstabilisierung
3	Aueablagerungen	geeignet bzw. bei geringen Konsistenzen ggf. nur nach einer zusätzlichen Baugrundstabilisierung
4	Niederterrasse	geeignet
5	Tonstein, zersetzt bis verwittert	geeignet

3.1.3 Lösbarkeit und Verwendbarkeit des Aushubes

Lösbarkeit

Für die Kalkulation der Erdarbeiten erfolgt neben der Einteilung in Homogenbereiche gemäß Abschnitt 3.2 die Einteilung der Erdstoffe und deren Lösbarkeit gemäß DIN 18300:2012-09.

Tabelle 10: Übersicht zu Boden-/Felsklassen nach DIN 18300:2012-09.

Schicht	Bodenart	Boden-/Felsklasse (DIN 18300:2012-09)
1	Oberboden	Bk. 1
2	Auffüllung	Bk. 3-4 ^{A,B}
3	Aueablagerungen	Bk. 4 ^B
4	Niederterrasse	Bk. 3-4 ^B
5	Tonstein, zersetzt bis verwittert	Bk. 6 ^{B,C}

^A Bauwerksreste u.a. in der Auffüllung sind getrennt nach Aufmaß abzurechnen.

^B Bodenarten nach den Klassen 3 und 4, jedoch mit über 30 % Masseanteil an Steinen sowie Bodenarten mit höchstens 30 % Masseanteil an Blöcken der Korngröße über 200 bis 630 mm sind der Bodenklasse 5 nach Abstimmung mit dem Baugrundgutachter und nach Aufmaß zuzuordnen. Bodenarten mit über 30 % Masseanteil an Blöcken sind der Boden-/Felsklasse 6 nach Abstimmung mit dem Baugrundgutachter und nach Aufmaß zuzuordnen.

^C Der (stark) zersetzte Tonstein weist Lockergesteinseigenschaften auf und ist demnach den Bodenklassen 4 bis 5 zuzuordnen. Die Felsklasse 6 beschreibt für das verwitterte Festgestein den Regelfall. Neben dieser kann in Horizonten, die eine erhöhte Festigkeit und einer Platten-/ Bankstärke von $\geq 0,3$ m aufweisen, eine Einstufung in die Bk. 7 erforderlich werden. Die Einstufung hat in Abstimmung mit dem Baugrundgutachter zu geschehen.

Verwendbarkeit des Aushubs

- Die **Verkehrswege aus Beton** sind entsprechend zu verwerten bzw. zu entsorgen
- Die vorhandenen **Tragschichten** (Schicht 0) des bestehenden Verkehrsflächenaufbaus können bei geeigneter Materialzusammensetzung (Prüfung erforderlich) zum Wiedereinbau für den Verkehrsflächenaufbau im Baubereich an Ort und Stelle genutzt werden. Die Erdstoffe sind alternativ entsprechend zu verwerten bzw. zu entsorgen.
- Der oberhalb anstehende **Oberboden** (Schicht 1) kann als Kulturboden wiederverwendet werden und ist ansonsten nur zur Geländeregulierung von unbelasteten Flächen geeignet. Die Vorgaben der BBodSchV sind zu beachten.
- Die **Auffüllungen** (Schicht 2), **Aueablagerungen** (Schicht 3) sowie der **zersetzte bis verwitterte Tonstein** (Schicht 5) ist im erdfeuchten steifen bis halbfesten bzw. zersetzten bis verwitterten Zustand zum Wiedereinbau im Bereich der Grabenhauptverfüllzone und als Bauwerkshinterfüllung geeignet. Aufgrund des teilweise hohen Feinkornanteils sind dünne Lagenstärken und knetend wirkende Verdichtungsgeräte (z.B. Schafffußwalze) für einen ausreichend dichten Einbau notwendig.
- Der **Schotter der Niederterrasse** (Schicht 4) kann bei entsprechender Brechung und Körnung zum Wiedereinbau im Bereich der Grabenhauptverfüllzone, Bauwerkshinterfüllung oder im Bereich des Verkehrsflächenaufbaus genutzt werden.
- Ggf. anfallende mit **Gipsen/Anhydriten durchsetzte Tonsteine** (Schicht 5) sind in technischen Bauwerken nicht zu verwerten, sondern nur zur Geländeregulierung unbelasteter Flächen geeignet. Alternativ sind diese fachgerecht zu verwerten (z. B. Verfüllung von Abgrabungen; auf geogene Hintergrundkonzentrationen von Sulfat ist zu achten) bzw. zu entsorgen.

Bei einer Verwendung des Materials als Bauwerkshinterfüllung sind eventuell auftretende Steine oder Blöcke (Durchmesser > 63 mm) in dem Erdstoff im Vorfeld auszusortieren.

Bei einer Zwischenlagerung ist in jedem Fall darauf zu achten, dass die Erdstoffe ordnungsgemäß vor Witterungseinflüssen geschützt werden. Um die Erdstoffe ordnungsgemäß einbauen zu können, empfehlen wir eine getrennte Lagerung voneinander.

Für einen fachgerechten Einbau sollten die Erdstoffe einen optimalen Wassergehalt besitzen. Um diesen zu erreichen, muss dem Aushub ggf. Wasser hinzugegeben bzw. entzogen werden.

3.2 Einteilung der Erdstoffe in Homogenbereiche gemäß VOB/C 2019

Für die Einteilung in Homogenbereiche wurden die aus unserer Sicht erforderlichen Laborversuche und Felduntersuchungen durchgeführt (gemäß Eurocode 7 und der Länderanpassung durch die DIN 4020 sowie in Anlehnung an die aktuelle VOB/C). Weiterhin haben wir Erfahrungswerte sowie Kennwerte aus umliegenden Baumaßnahmen herangezogen.

Da der Massenanteil an Steinen und Blöcken nicht mittels Baggerschurf ermittelt wurde, beruht die Angabe lediglich auf Erfahrungswerten.

Die Erdstoffe wurden anhand Ihrer Eigenschaften in folgende Homogenbereiche i.A.a. DIN 18300:2019-09 (Erdarbeiten), DIN 18301:2019-09 (Bohrarbeiten), DIN 18304:2019-09 (Rammarbeiten) und DIN 18320:2019-09 (Landschaftsbauarbeiten) eingeteilt:

Tabelle 11: Übersicht zur Einteilung der Homogenbereiche.

Schicht	Bodenart	Homogenbereich DIN 18300 (Erdarbeiten) ^A		Homogenbereich DIN 18301 (Bohrarbeiten) ^A	Homogenbereich DIN 18304 (Rammarbeiten) ^A	Homogenbereich DIN 18320 (Landschafts- bauarbeiten) ^A
		Lösen und Laden	Einbauen und Verdichten ^B			
1	Oberboden	-	-	-	-	LA 1
2	Auffüllung	EA _{LL} 1	EA _{EV} 1 ^C	BA 1	RA 1	-
3	Aueablagerungen	EA _{LL} 2	EA _{EV} 2 ^C	BA 2	RA 2	-
4	Niederterrasse	EA _{LL} 3	EA _{EV} 3			-
5	Tonstein, zersetzt bis verwittert	EA _{LL} 4	EA _{EV} 4 ^D	BA 4	RA 4	-

^A Homogenbereiche sind nach Festlegung der einzusetzenden Erdbaugeräte durch den Planer zu verifizieren.

^B Die Wiedereinbaufähigkeit ist abhängig von der Zuordnung nach LAGA M 20 im Hinblick auf den vorsorgenden Boden- und Grundwasserschutz.

^C Organische Böden bzw. Böden mit org. Beimengungen sind für einen Wiedereinbau in technischen Bauwerken nicht geeignet.

^D Tonsteine mit erhöhten Gips-/Anhydritbeimengungen sowie Gips/Anhydrit sind für einen Wiedereinbau in technischen Bauwerken nicht geeignet.

Die detaillierte Einteilung der Homogenbereiche mit Angabe der Eigenschaften und Kennwerte sowie der sich ergebenden Bandbreiten sind der Anlage A 4 zu entnehmen.

3.3 Empfehlungen zur Gründung

3.3.1 Leitungsbau

3.3.1.1 Freispiegelleitung und Trinkwasserleitung

Angaben zur Verlegetiefe der Trinkwasserleitung liegen nicht vor, sodass von einer frostsicheren Mindestverlegetiefe von 1,2 m unter Gelände ausgegangen wird.

Bei der o. g. Verlegetiefe kommen die Leitungen i. d. R. im Bereich der Aueablagerungen (Schicht 3) bzw. Niederterrasse (Schicht 4) zum Liegen. Bei Verlegetiefen von > 2,0 m unter Gelände ist mit einem dicht gelagerten, steinigen Niederterrasenschotter (Schicht 4) zu rechnen.

Die Bettung der Leitungen sollte aufgrund möglicher, kleinräumig stark schwankender und teils hoher Steifigkeiten der Gründungssohle gemäß bzw. i. a. A. DIN EN 1610 als Bettung Typ 1 (Regelausführung) mit anzuordnender Bettungsschicht erfolgen. Aufgelockerte Partien sind nachzuarbeiten.

Es ist aufgrund der teilweise dichten Lagerung sowie dem Steinanteil der Niederterrasse mit erhöhtem erdbaulichem Aufwand zu rechnen.

Stehen Lehme (Schicht 3) mit geringer, d. h. schlechter als steifer Konsistenz an, so sind diese als Gründungsschicht nur in Verbindung mit einer min. 0,3 m starken Stabilisierungsschicht aus grobkörnigem Materialen (z. B. 0/45) mit Umhüllung aus einem kombinierten Geotextil oder min. einem Geovlies (GRK 3) unterhalb der einzubauenden Bettung geeignet. Ist die Sohle stark aufgeweicht, so ist vor Einbau des Bodenaustauschs eine Lage Grobschlag (z.B. Körnung 50/120) einzuarbeiten. Stehen locker gelagerte nichtbindige Erdstoffe an, so sind diese in der Sohle nachzuverdichten.

3.3.1.2 Schachtbauwerke

Bei der Gründung von Schächten ist darauf zu achten, dass diese auf einem Erdstoff mit annähernd gleichen Tragfähigkeitseigenschaften zu erfolgen hat. Nach den beschriebenen Baugrundverhältnissen wären dies die Aueablagerungen (Schicht 3) sowie der Schotter der Niederterrasse (Schicht 4).

Stehen unzureichend tragfähige Erdstoffe in sehr lockerer Lagerung oder weicher Konsistenz an, so empfiehlt es sich eine Stabilisierung der Gründungssohle durchzuführen. Dies kann bei locker

gelagerten nichtbindigen Erdstoffen durch eine Nachverdichtung erfolgen. Bei Anstehen aufgeweichter bindiger Erdstoffe, empfiehlt sich die Anordnung eines min. 0,4 m starken Schotterpolsters/Bodenaustauschs (0/45).

Eine frostsichere Einbindung ist durch die Schachttiefen zu gewährleisten.

Die Hinterfüllung hat durch den lagenweisen Einbau eines gut verdichtungsfähigen, gemischtkörnigen bis bindigen Erdstoffes (z. B. Vorabsieb, Aushub Schicht 3 und 4) oder mittels Flüssigboden zu erfolgen, um Stauwasserbildungen zu unterbinden. Hierbei ist ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 97\%$ einzuhalten. In Bereichen, in denen eine Oberflächenbefestigung auf der Hinter-/Verfüllung vorgesehen ist (z. B. Verkehrsflächen), ist auf UK Oberbau (= Erdplanum Verkehrsflächenaufbau) ein $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ unter Erreichung von $D_{Pr} \geq 98\%$ zu erzielen. Wird diese nicht erfüllt, kann nach Rücksprache mit dem Gutachter/Planer ein zusätzlicher Einbau von Schotter-, Kies- oder Betonrecyclingmaterial erfolgen.

3.3.1.3 Weitere allgemeingültige Angaben

Bei der Planung, Gestaltung und Ausführung zur Verlegung der o. g. Leitungen sind die Richtlinien der DIN 4124, DIN 18300, DIN 18307, DIN EN 805, DIN EN 1610, ZTV E-StB 17, ATV-DVWK-A 127, DWA-A 139, DVGW W 400 etc. zu beachten.

Die Grabensohlen sind vor Einbau der Bettungsschicht nachzuverdichten.

Im Bereich ggf. weicher Erdstoffe sind die Verdichtungsübergänge erst nach Einbau der Stabilisierungslage durchzuführen. Der Verdichtungsgrad der oberen Bettungsschicht muss mindestens dem der unteren Bettungsschicht entsprechen.

Die Grabensohlen sind zur Vermeidung schachtungsbedingter Auflockerungen mit ungezählter Technik freizulegen bzw. bei Felsanschnitt sind die entsprechenden Partien bei Auflockerung durch das Lösen nachzuarbeiten.

Für den Bereich der **Kanal- und Leitungszone** (Raum zwischen Grabensohle und -wänden bis 0,15 m Höhe über Rohrscheitel) ist gering kompressibles, gut verdichtbares Material bzw. zugelassene Bodenarten nach DIN EN 805 und DIN EN 1610 und nach den Vorgaben der

jeweiligen Leitungsbetreiber zu verwenden. Es wird empfohlen als Baustoff ein Material mit einem Größtkorn von 20 mm einzubauen, wobei der Sandanteil überwiegen muss.

In der Leitungszone ist das Material beiderseitig der Leitung gleichzeitig lagenweise einzubauen und sorgfältig zu verdichten. Dabei ist darauf zu achten, dass die Leitung in ihrer Lage bleibt. Auch die Schachtbaugruben sind in gleicher Weise zu verfüllen. Der zu erreichende Verdichtungsgrad sollte $\geq 97 \% D_{Pr}$ bzw. $\geq 100 \% D_{Pr}$ (bei Lage des Rohrscheitel von ≤ 70 cm unter der Fahrbahn) betragen.

Oberhalb der Leitungszone, d. h. in der **Hauptverfüllzone** können die anfallenden Erdstoffe entsprechend Abschnitt 3.1.3 (ggf. mit Bodenverbesserungsmaßnahmen) oder anderweitig geeignete, gut verdichtbare Erdstoffe oder das zuvor genannte fließfähige Verfüllmaterial verwendet werden. Für Leitungsgräben ist eine lagenweise Verfüllung des Grabenbereiches mit einer geforderten Verdichtung von $\geq 95 \% D_{Pr}$ bei gemischtkörnigen und bindigen Böden und $\geq 98 \% D_{Pr}$ bei nicht bindigen Böden (tiefer 0,5 m unter Planum) bzw. $\geq 97 \% D_{Pr}$ bei gemischtkörnigen und bindigen Böden und $\geq 100 \% D_{Pr}$ bei nicht bindigen Böden (ab OK Planum bis 0,5 m unter Planum) zu erfüllen.

Zum Schutz der Rohre ist bis 30 cm über Rohrscheitel ein feinkörniges Material einzubauen und vorsichtig zu verdichten. Schwere Stampf- und Rüttelgeräte dürfen nach DIN EN 1610 erst oberhalb 1,0 m über dem Rohrscheitel (gemessen im verdichteten Zustand) eingesetzt werden.

Bei der Grabenverfüllung ist darauf zu achten, dass als Verfüllmaterial ein Erdstoff mit ähnlichen bodenmechanischen und Durchlässigkeitseigenschaften wie der umliegende Boden verwendet wird. Stauwasserbildungen sind zu vermeiden. Bei Lage der Leitungszone im Bereich bindiger Böden (z. B. Schicht 4a) und Verfüllung der Leitungszone mit nichtbindigen Böden, ist die Anordnung einer Drainage empfehlenswert. Alternativ kann zur Herstellung von **Leitungszone und Hauptverfüllung** ein bindiger bzw. gemischtkörniger Boden (z. B. Schicht 3 oder 4a) oder ein fließfähiges selbstverdichtendes Verfüllmaterial mit bindigen/geringleitenden Eigenschaften (z. B. Flüssigboden) eingesetzt werden. Zur Gewährleistung der Filterstabilität empfiehlt sich ein Filtervlies (GRK 3) zwischen dem umgebenden bindigen Erdstoff und dem Material der Rohrleitungszone einzubauen.

Böschungs- und Verbaumaßnahmen werden notwendig (s. Abschnitt 3.3.3).

Wird im Rahmen der zukünftigen Planung eine grabenlose Bauweise (bei Druckleitung) präferiert, so ist in Abhängigkeit der Durchörterungs-/Bohrtiefe eine ergänzende Bewertung, v. a. im Hinblick auf die Bohrbarkeit und Bohrbarkeitsunterschiede sowie Tragfähigkeits- und Steifigkeitsunterschiede vorzunehmen.

3.3.2 Gründungsart & Gründungstiefe für Wohnbebauung

Bei der Gründung der Gebäude ist darauf zu achten, dass diese auf einem Erdstoff mit annähernd gleichen Tragfähigkeitseigenschaften zu erfolgen hat. Nach den beschriebenen Baugrundverhältnissen wäre dies die mindestens steifen **Aueablagerungen (Schicht 3)** oder die **Niederterrasse (Schicht 4)**. Die Gründungstiefen sind abhängig von den geplanten Gebäude-, Geländehöhen und ggf. Unterkellerungen.

Für die genaue Festlegung der Gründung sind für jedes Bauobjekt mindestens zwei Rammkernsondierungen und zwei schwere Rammsondierungen notwendig.

Für die Ausführung empfehlen wir nach derzeitigen Kenntnisstand die Gründung über eine **Stahlbetongründungsplatte mit stabilisierenden Kies- oder Schotterpolster oder über Streifenfundamente.**

Aufgrund der Grundwasserstände muss die Ausführung von Unterkellerungen separat geprüft werden.

3.3.3 Böschungen, Verbau und Arbeitsraumbreiten

Alle Arbeiten an Böschungen, Verbau und Arbeitsräumen müssen gemäß DIN 4124 ausgeführt werden.

Bis in eine Tiefe von 1,25 m können Baugrubenwände senkrecht gestaltet werden. Bei der Ausführung von temporären Baugrubenböschungen sind gemäß DIN 4124 folgende Böschungswinkelt einzuhalten:

Tabelle 12: Böschungswinkel.

Schicht	Kurzbeschreibung	Böschungswinkel β [°]
1	Oberboden	≤ 45
2	Auffüllung	≤ 60 (min. steif und mitteldicht) ≤ 45 (weich, locker oder nichtbindig)
3	Aueablagerungen	≤ 60 (min. steif und mitteldicht) ≤ 45 (weich, locker oder nichtbindig)
4	Niederterrasse	≤ 45
5	Tonstein, zersetzt bis verwittert	≤ 60

Werden lockere bis sehr lockere (z.B. Bauschuttnester), aufgeweichte Bereiche oder Rutschflächen angeschnitten, so ist der Böschungswinkel in Abstimmung mit dem Baugrundgutachter und Bauleiter zu verringern. Ab einer Böschungshöhe von mehr als 5,0 m ist die Standsicherheit nachzuweisen.

Baugeräte und Fahrzeuge bis 12 t Gesamtgewicht müssen einen Abstand von mindestens 1,0 m, Baugeräte und Fahrzeuge mit 12 – 40 t von mindestens 2,0 m zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Böschungskante einhalten. Zudem ist an den Böschungsoberkanten ein mindestens 1,0 m breiter Streifen lastfrei zu halten. Die Böschungsoberfläche ist vor Erosion zu schützen.

Zum Schutz vor Witterungseinflüssen sind Böschungen bei länger offenstehenden Baugruben mit einer über die Bauzeit UV-beständigen Folie abzuhängen. Die Folie ist an der Böschungskrone und am Böschungsfuß zu befestigen. An der Böschungskrone ist eine Wassersperre zur Vermeidung des Oberflächenwasserabflusses über die Böschung anzuordnen.

In Bereichen, wo die Baufreiheit eingeschränkt ist oder eine zusätzliche Belastung auf die Böschung ausgeübt wird oder ein Abböschchen nicht präferiert wird, ist nach DIN 4124 ein Verbau auszuführen. Das Einrammen von Verbauteilen ist zur Vermeidung von Erschütterungen nicht empfehlenswert. Verbauträger bzw. -elemente sind in vorgebohrte Öffnungen zu stellen.

Erschütterungsmessungen nach DIN 4150-3 sollten zur Überwachung der Verbaumaßnahmen durchgeführt werden.

3.3.4 Verkehrsflächen

Die Bemessung der Verkehrsflächen hat gemäß der RStO 12 und Anpassungen durch die ZTV E-StB 17 zu erfolgen.

Die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus ist gemäß Tabelle 6 der RStO, in Abhängigkeit der Belastungsklasse, für einen Boden der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 (worst case) zu wählen.

Die Erdstoffe der Schicht 2 und 3 sind als Gründungsplanum für die Verkehrsflächen nicht ausreichend tragfähig. Die ab Gründungsplanum geforderten Tragfähigkeitswerte von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nach RStO 12 und ZTV E-StB 17 werden hier nicht erreicht. Zur Erreichung dessen, empfiehlt sich ein Bodenaustausch (z. B. Schotter 0/45, Vorabsieb, Beton-RC) von min. 20 cm.

Die Erdstoffe der Schicht 4 sind als Gründungsplanum für die Verkehrsflächen nach einer Verdichtung in etwa ausreichend tragfähig. Die ab Gründungsplanum geforderten Tragfähigkeitswerte von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nach RStO 12 und ZTV E-StB 17 werden hier Großteils erreicht. Jedoch ist bereichsweise mit Bodenaustausch zu rechnen.

Für die Festlegung der Mehr- oder Minderdicken (Tabelle 7 in RStO 12) des Aufbaus können die in Tabelle 13 genannten Werte verwendet werden. Alle Angaben sind vom zuständigen Fachplaner gegenzuprüfen.

Tabelle 13: Mehr- oder Minderdicken für die Gesamtdicke des frostsicheren Oberbaus gemäß RStO 12.

Örtliche Verhältnisse		Mehr- oder Minderdicke
Frosteinwirkung	Zone II	+ 5 cm
Kleinräumige Klimaunterschiede	keine	- 5 cm
Wasserverhältnisse im Untergrund	günstig (> 1,5 m u. GOK)	0 cm
Lage der Gradienten	ebenes Gelände	0 cm
Entwässerung	Rinnen und Abläufe	- 5 cm
Mehr- bzw. Minderdicke insgesamt		- 5 cm

Die Anforderungen und Bauweisen von Straßen ist den Tafeln 1 bis 5 sowie für Rad- und Gehwege der Tafel 6 der RStO 12 zu entnehmen.

Die Forderungen hinsichtlich der Tragfähigkeit und der Verdichtung sind der RStO 12 zu entnehmen. Der lagenweise Einbau sollte mittels statischen Plattendruckversuchen (DIN 18134) im Raster geprüft werden.

3.4 Wasserhaltungsmaßnahmen und Bauwerksabdichtung

3.4.1 Wasserhaltungsmaßnahmen

Zu Zeiten ungünstiger Wasserstände, Einbinde- bzw. Gründungstiefe ist aufgrund des erhöhten Grundwasserstandes sowie des anfallenden Oberflächen- und/oder Schichtenwassers durchaus mit Wasserhaltungsmaßnahmen zu rechnen. In Abhängigkeit vom Grundwasserstand bzw. Wasserandrang sind eine offene bzw. geschlossene Wasserhaltung vorzusehen. Die erforderlichen Wasserhaltungsmaßnahmen sind entsprechend des Bauablaufplanes in Verbindung mit den Grundwasserständen separat zu bemessen.

Die Gründungsarbeiten sind zügig durchzuführen bzw. die Gründungssohlen sind vor Witterungseinflüssen zu schützen. Ein Offenstehen von Baugrube und Fundamentgräben ist zu vermeiden.

Die Bemessung der Wasserhaltung ist nicht Bestandteil dieses Gutachtens, kann jedoch durch unser Büro durchgeführt werden.

3.4.2 Bauwerksabdichtung Wohngebäude

Die Wahl der Abdichtung muss nach DIN 18533-1, in Abhängigkeit der örtlichen hydrologischen Situation (siehe Abschnitt 2.4), der anstehenden Böden (siehe Abschnitt 2.3) sowie der Gründungsart gewählt werden.

Es ist rechtzeitig für eine fachgerechte Ableitung anfallender Wässer zu sorgen. Spätestens bei Herstellung der Dachfläche ist das anfallende Wasser auch im Rohbauzustand fachgerecht vom Baukörper abzuleiten.

3.5 Technische Hinweise zur Bauausführung

- Für den Fundamentbeton sind im Grundwassereinflussbereich besondere Schutzmaßnahmen gegen aggressive Böden bzw. Wasser erforderlich (XA 1). Eine Wasseranalyse liegt nicht vor.
- Zur Vermeidung von niederschlagsbedingten Erdstoffdurchnässungen im Gründungsbereich sind die Erd- und Betonierarbeiten zügig durchzuführen. Dies gilt besonders, wenn die Erdarbeiten in ungünstigen Jahreszeiten wie Frühjahr und Winter ausgeführt werden. Die Baugrubensohle ist schnell zu überdecken oder zu schützen. Aufgeweichte Bereiche unter der Gründungssohle sind grundsätzlich zu entfernen.
- Die Lösegeräte sind zur Freilegung der Schacht- und Gründungssohlen mit ungezahnten Löffeln bzw. Körben auszurüsten, da schachtungsbedingte Auflockerungen nur bedingt durch Verdichtungsmaßnahmen zu beseitigen sind. Es sind im Bereich der bindigen Materialien ausschließlich statisch wirkende Verdichtungsgeräte zu verwenden. Es ist rückschreitend auszuheben und eine dynamische Beanspruchung bei der Verdichtung auszuschließen.
- Bei den Aushubarbeiten muss mit Aushuberschwernissen (unterirdische Bauteile; dichte Lagerung) gerechnet werden, deren Beseitigung Mehraufwendungen verursachen kann.
- Auf Grund der Vorbebauung, muss mit Aushuberschwernissen durch im Untergrund verbliebene Bauwerksreste, Betonbruch oder ähnliches gerechnet werden. Dies sollte bei der Ausschreibung wie auch Bauausführung berücksichtigt werden.
- Werden Erdstoffpolster (z.B. zum Bodenaustausch unter Verkehrsflächen bzw. unterhalb von Gründungen) eingebaut, so sind diese mit einem klassifizierten, hoch ungleichförmigen und weit abgestuften Material (möglichst Schotter oder Betonrecycling 0/45) durchzuführen. Der maximale Korndurchmesser des Austauschmaterials sollte $\frac{2}{3}$ der jeweiligen Schütthöhe nicht übersteigen. Vor dem Auftrag ist die Schachtsohle zu verdichten. Der Einbau hat lagenweise unter Erreichung von $\geq 100\%$ der Proctordichte zu erfolgen. Die Verdichtung und Tragfähigkeit ist i.A.a. die ZTV-E StB (z.B. statische oder dynamische Plattendruckversuche) zu überprüfen. Der Erdstoff muss eine günstige Einbaufeuchte besitzen und ist in Lagen von 0,20 m bis 0,30 m einzubauen. Die Lagen sind mit auf den Erdstoff abgestimmten Maschinen zu verdichten.

- Ein Befahren des fertigen Planums der Gründung bzw. der Verkehrsflächen (außer zum Verdichten) ist zu vermeiden. Nicht überschüttete Geotextilen dürfen auf keinen Fall befahren werden (Vorkopfschüttung).
- Für die Deponierung (Zwischenlagerung) von Erdstoffen ist ein Verdichtungsgrad von etwa 92 % bis 95 % der Proctordichte einzuhalten. Zur Entwässerung der Erdstoffdeponie sind die einzelnen Lagen mit einem leichten Gefälle einzubauen, welches ca. 4% betragen sollte. Die Stärke der eingebauten Lagen richtet sich nach dem Verdichtungsgerät, darf jedoch nie größer als die maximale Einflusstiefe desselben sein.
- Hinter- und Verfüllungen haben mit gemischtkörnigen Materialien (z.B. Aushub Schicht 2 und 3, Vorabsieb etc.) mit einem k_f -Wert $\leq 1 \cdot 10^{-6}$ m/s zu erfolgen, um das konzentrierte Einsickern von Oberflächenwassern zu verhindern. Hierbei ist ein Verdichtungsgrad von $D_{pr} \geq 97 \%$ einzuhalten. In Bereichen, in denen eine Oberflächenbefestigung auf der Hinter-/Verfüllung vorgesehen ist (Fußböden, Terrassen, Verkehrsflächen), ist auf UK Tragschicht (= Erdplanum Verkehrsflächenaufbau) ein $E_{v2} \geq 45$ MN/m² unter Erreichung von $D_{pr} \geq 98 \%$ zu erzielen. Wird diese nicht erfüllt, kann nach Rücksprache mit dem Gutachter/Planer ein zusätzlicher Einbau von Schotter-, Kies- oder Betonrecyclingmaterial erfolgen.
- Werden, während der Schachtarbeiten örtlich abweichende Untergrundverhältnisse gegenüber den (punktuellen) Baugrunderkundungen festgestellt, so ist unser Büro umgehend zwecks Abstimmung und ggf. Anpassung der Baugrundempfehlungen zu benachrichtigen.
- Gemäß DIN EN 1997-2:2010-10 (EC 7-2) Abschnitt 2.5 ist eine Inspektion der Baugrubensohle durchzuführen.
- Für die erforderlichen Baugrundabnahmen bzw. Dichteprüfungen sowie fortlaufende Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten stehen wir Ihnen nach Absprache zur Verfügung.

4 Beratung/Baubegleitung/Bauüberwachung

Leistungsverzeichnis

Wir empfehlen die Mitarbeit bzw. Zusammenarbeit zwischen Planungsbüro und Baugrundgutachter beim Erstellen der Ausschreibung im Bereich Erdbauarbeiten. Dadurch können Ausschreibungsfehler minimiert bzw. vermieden werden. Vor allem die Angaben zur Einstufung der Erdstoffe für die Wiederverwendbarkeit und Entsorgung sind häufige Mehrkostenträger. Ebenso können wir unterstützend bei der Beschreibung der Verkehrsflächen, etc. in Vorbereitung oder zur Überprüfung mitwirken.

Bauberatungen

Zu Beginn der Maßnahme empfehlen wir eine Bauanlaufberatung mit Bauherrn, Planungsbüro, Tiefbaufirma und Baugrundgutachter durchzuführen, um den Ablauf und die Koordination abzustimmen. Somit können auf Probleme und Schwierigkeiten bei den Arbeiten früh eingegangen und grundlegend vermieden werden.

Schottertragschicht Verkehrsflächen

Der Einbau der Schottertragschicht unterhalb der Verkehrsflächen sollte mittels statischen Plattendruckversuchen (DIN 18134) im Raster geprüft werden.

Die Forderungen hinsichtlich Tragfähigkeit und Verdichtung sind der RStO 12 zu entnehmen.

Versickerungsanlagen

Um die Versickerungsleistung des Bodens im Bereich der zukünftigen Sickeranlagen sicher festlegen zu können, empfehlen wir das Durchführen von min. 2 Sickerversuchen im Baggerschurf. Des Weiteren empfehlen wir den Grundwasserpegel in diesen Bereichen über Grundwassermessstellen zu überwachen, um den Grundwasserschwankungsbereich sicher festlegen zu können.

5 Berechnungskennwerte

Aufgrund der Erkundungs- und Laborergebnisse werden den maßgeblichen Baugrundsichten in sinnvoller Verallgemeinerung folgende charakteristischen Bodenkennwerte zugeordnet. Zu beachten ist die Zuordnung der Tabellenwerte zu bestimmten Lagerungsdichten und Konsistenzen.

Tabelle 14: Übersicht der Bodenkennwerte.

Schicht	Bodenart	Zustand/ Lagerung	natürliche	Wichte	wirksamer	wirksame	Steife- modul
			Rohwichte	unter	Reibungs- winkel	Kohäsion	
			$\gamma_k (\gamma)$ [kN/m ³]	Auftrieb $\gamma_k' (\gamma')$ [kN/m ³]	$\varphi_k' (\varphi')$ [°]	$c_k' (c')$ [kN/m ²]	$E_{s,k} (E_s)$ [MN/m ²]
1	Oberboden	locker	17 (16-18)	7 (6-8)	17,5 (15-18)	4 (3-5)	-
2	Auffüllung	steif, locker	18 (17-21)	9 (8-11)	20 (18-25)	3 (2-6)	-
3a	Aueablagerungen, bindig (TL)	weich bis steif	18 (17-19)	8 (6-8)	23 (20-26)	5 (0-10)	6 (5-8)
3b	Aueablagerungen, bindig (TL)	steif bis halbfest	19 (18-20)	10 (9-10)	26 (24-28)	8 (6-10)	12 (10-15)
3c	Aueablagerungen, kiesig (GU*)	locker bis mitteldicht	20 (19-21)	10 (10-12)	32 (30-34)	3 (2-4)	20 (15-25)
4	Niederterrasse	mitteldicht bis dicht	21 (20-21)	12 (11-12)	32 (30-34)	0 (0-4)	40 (30-50)
5	Tonstein zersetzt	halbfest	20 (19-21)	11 (10-12)	24 (20-26)	15 (12-18)	20 (18-22)
	<i>Schotterpolster</i>	dicht	21	11	34	0	40

() Schwankungsbereich der Bodenkennwerte (z. B. für Grenzwertbetrachtungen sowie abhängig von Lagerung/Konsistenz, Erdstoffart und Tiefenlage)

6 Schlussbemerkungen

Insbesondere unter Berücksichtigung der geologischen Gesamtsituation ist darauf hinzuweisen, dass es sich bei den realisierten Erkundungen um Punktaufschlüsse handelt, weshalb Abweichungen von der erkundeten Bodenschichtung möglich sind. Sollten beim Erdaushub abweichende Bodenverhältnisse festgestellt werden, ist der Gutachter vor dem Fortgang der Arbeiten zu informieren.

Generell ist bei Baumaßnahmen auf landwirtschaftlich sowie industriell genutzten Flächen darauf zu achten, dass Nester mit Verunreinigungen oder auffällige Anschüttungen, die durch eine stichprobenartige Untersuchung nicht zu erfassen sind, erst bei den Erdarbeiten angetroffen werden können. Beim Antreffen derartiger Verunreinigungen ist der Gutachter unverzüglich zur Klärung der weiteren Vorgehensweise einzuschalten.

Der Gutachter ist zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern, wenn sich Fragen ergeben, die im vorliegenden Gutachten nicht erörtert wurden.

Die im vorliegenden Gutachten getroffenen Aussagen beziehen sich nur auf die Einstufung des Bodens bezüglich seiner Eignung als Baugrund. Eine Beurteilung eventuell auftretender umweltrelevanter Verschmutzungen wurde für die Auffüllungen (Schicht 2) sowie für die natürlichen Erdstoffe (Schicht 3 und 4) in dem Bericht zur Abfallcharakterisierung S21-037 vorgenommen.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen jederzeit gern zur Verfügung.



Ingenieurbüro für Baugrund JACOBI GmbH

Baugrunduntersuchung - Erdstofflabor - Gründungsberatung - Versickerung - Alllasten

Straße des Friedens 4 - 99094 Erfurt

Projekt: Erschließung eines Wohngebietes - Erfurter Landstraße/ Burgenlandallee - Drei Gleichen OT Wechmar

Projektnr.: B21-115

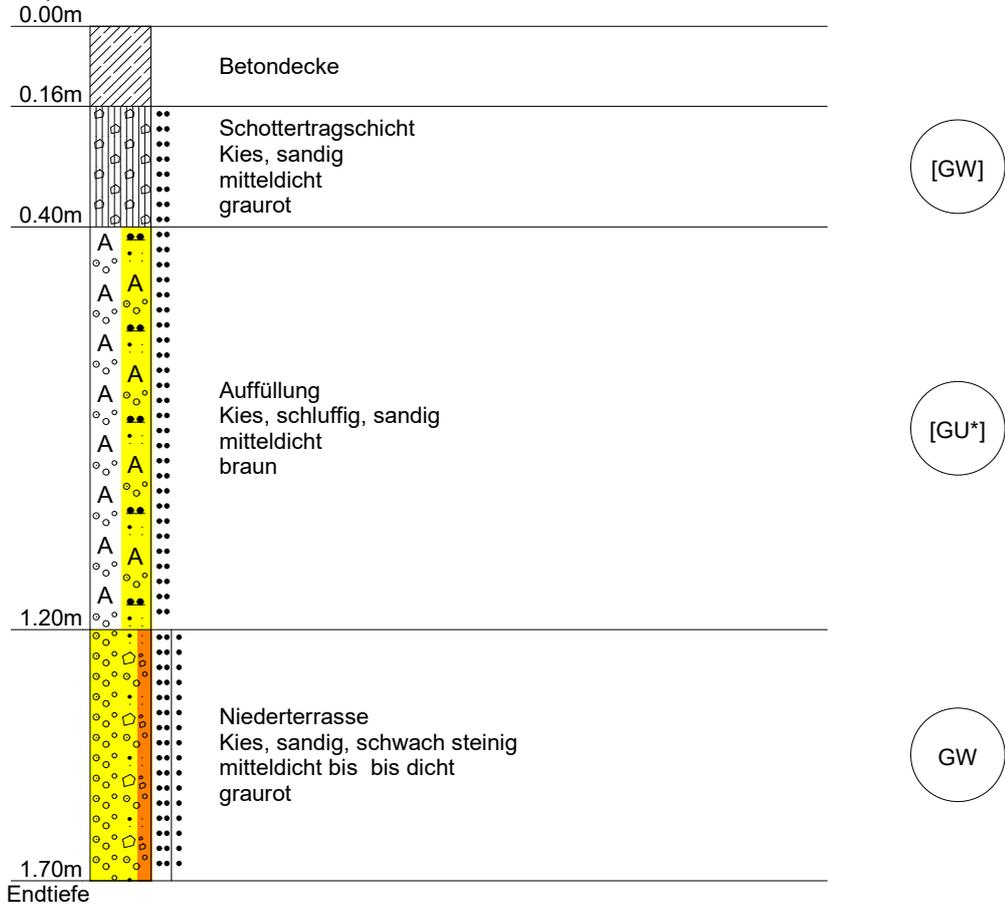
Anlage: 1

Maßstab: ca. 1:2000

Datum: 14.04.2021

RKS 1

Ansatzpunkt: 300.30 m NHN



Kein weiterer Bohrfortschritt
Kein Grundwasser angetroffen

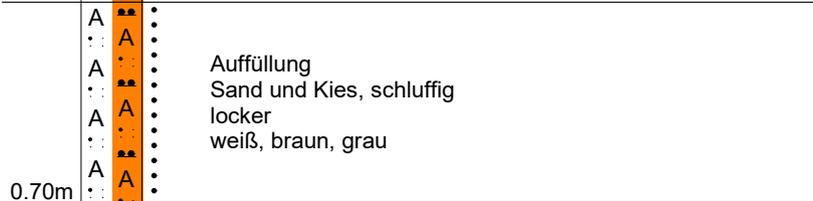
RKS 2

Ansatzpunkt: 300.10 m NHN

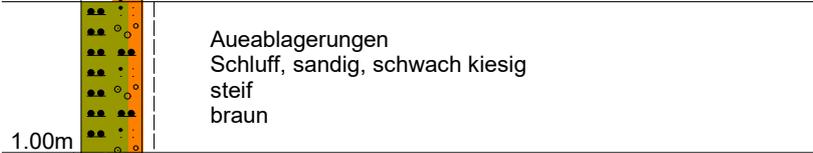
0.00m



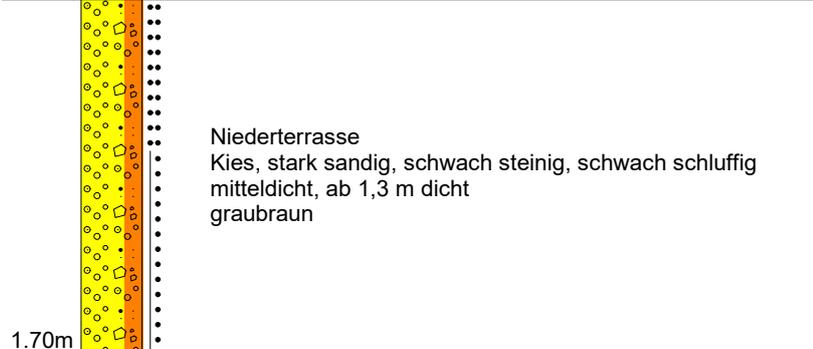
0.30m



0.70m



1.00m



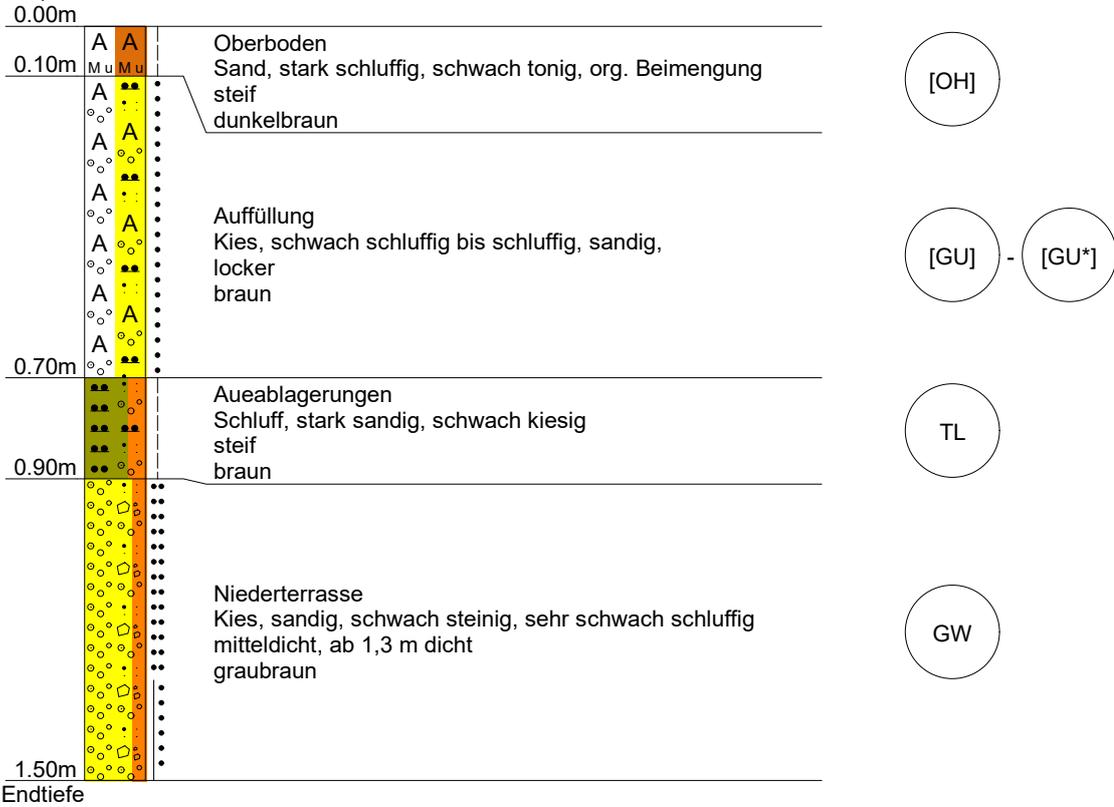
1.70m

Endtiefe

Kein weiterer Bohrfortschritt
Kein Grundwasser angetroffen

RKS 3

Ansatzpunkt: 300.30 m NHN

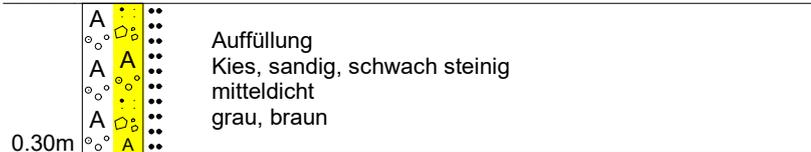


Kein weiterer Bohrfortschritt
Kein Grundwasser angetroffen

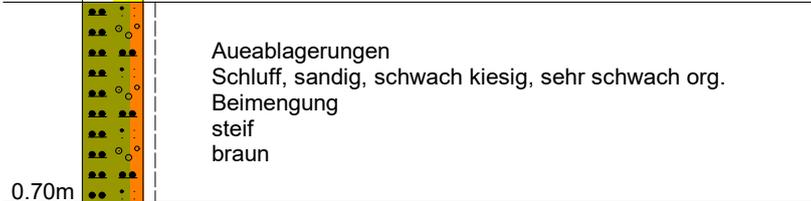
RKS 4

Ansatzpunkt: 300.60 m NHN

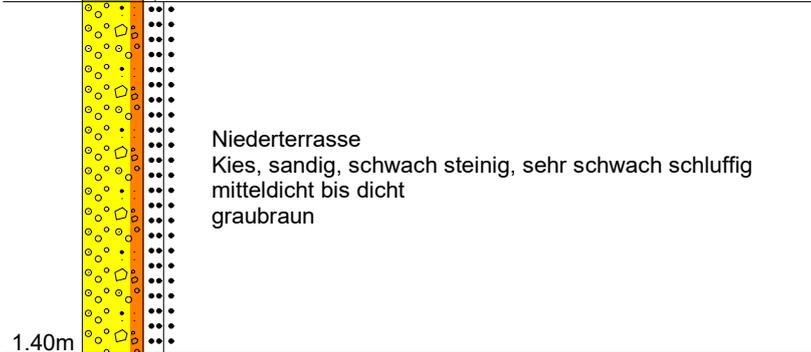
0.00m



0.30m



0.70m



1.40m

Endtiefe

Kein weiterer Bohrfortschritt
Kein Grundwasser angetroffen

RKS 5

Ansatzpunkt: 298.00 m NHN

0.00m



Oberboden
Sand, stark schluffig, schwach tonig, org. Beimengung
steif
dunkelbraun



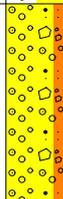
0.60m



Auffüllung
Kies, sandig, schwach schluffig, sehr schwach org.
Beimengung
locker
dunkelbraun



0.90m



Niederterrasse
Kies, sandig, schwach steinig
dicht
graubraun



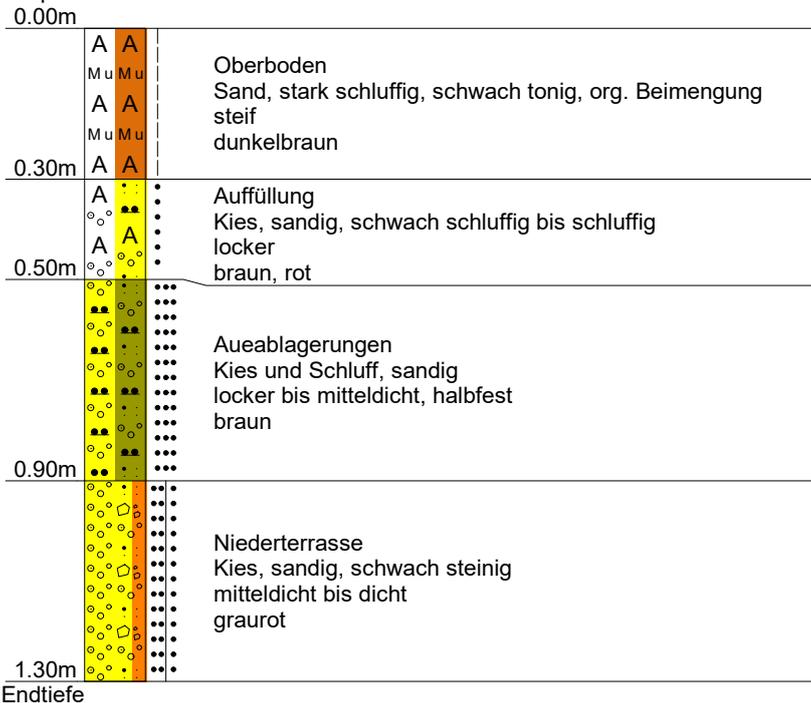
1.30m

Endtiefe

Kein weiterer Bohrfortschritt
Kein Grundwasser angetroffen

RKS 6

Ansatzpunkt: 297.90 m NHN



Kein weiterer Bohrfortschritt
Kein Grundwasser angetroffen

RKS 8

Ansatzpunkt: 298.20 m NHN

0.00m



Oberboden
Schluff, stark sandig, schwach tonig, sehr schwach kiesig
steif
hellbraun



0.50m



Niederterrasse
Kies, sandig, schluffig
mitteldicht bis dicht
braun



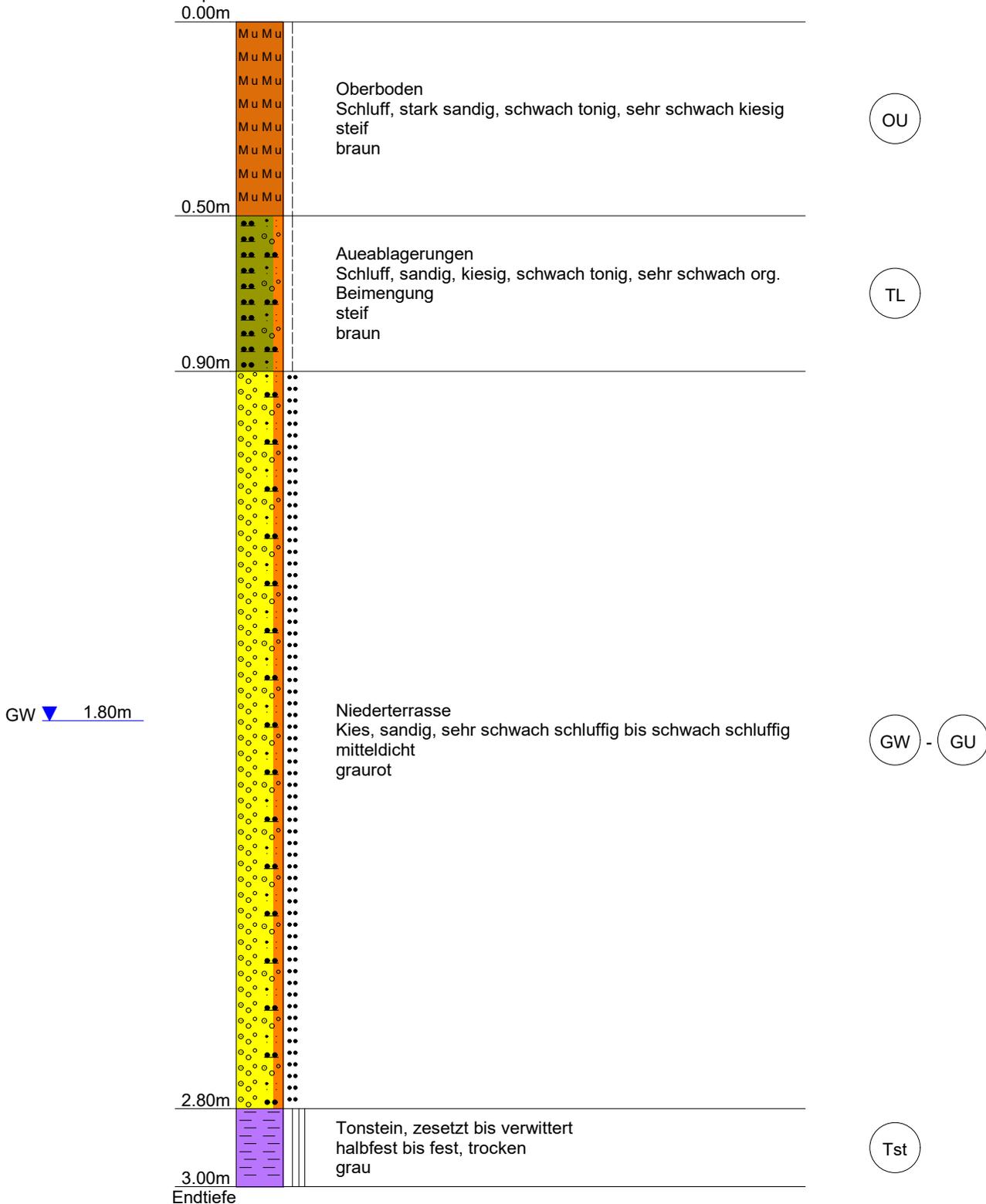
1.00m

Endtiefe

Kein weiterer Bohrfortschritt
Kein Grundwasser angetroffen

RKS 10

Ansatzpunkt: 298.40 m NHN



Kein weiterer Bohrfortschritt

RKS 11

Ansatzpunkt: 299.40 m NHN

0.00m

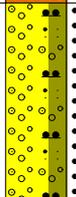


Oberboden

Schluff, stark sandig, schwach tonig, sehr schwach kiesig
steif
braun



0.40m

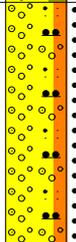


Niederterrasse

Kies, stark schluffig, sandig
mitteldicht
braun



0.80m



Niederterrasse

Kies, sandig, sehr schwach schluffig
mitteldicht bis dicht
graurot



1.30m

Endtiefe

Kein weiterer Bohrfortschritt
Kein Grundwasser angetroffen

RKS 12

Ansatzpunkt: 298.90 m NHN

0.00m



Oberboden

Schluff, stark sandig, schwach tonig, sehr schwach kiesig
steif
braun



0.40m

Niederterrasse

Kies, schluffig, sandig
mitteldicht
braun



0.70m

Niederterrasse

Kies, sandig, sehr schwach schluffig
mitteldicht bis dicht
graurot



1.30m

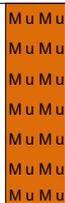
Endtiefe

Kein weiterer Bohrfortschritt
Kein Grundwasser angetroffen

RKS 13

Ansatzpunkt: 298.70 m NHN

0.00m

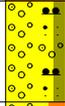


Oberboden

Schluff, stark sandig, schwach tonig, sehr schwach kiesig
steif
braun



0.40m

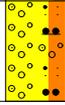


Niederterrasse

Kies, schluffig, sandig
mitteldicht
braun



0.60m



Niederterrasse

Kies, stark sandig, sehr schwach schluffig
mitteldicht bis dicht
graurot



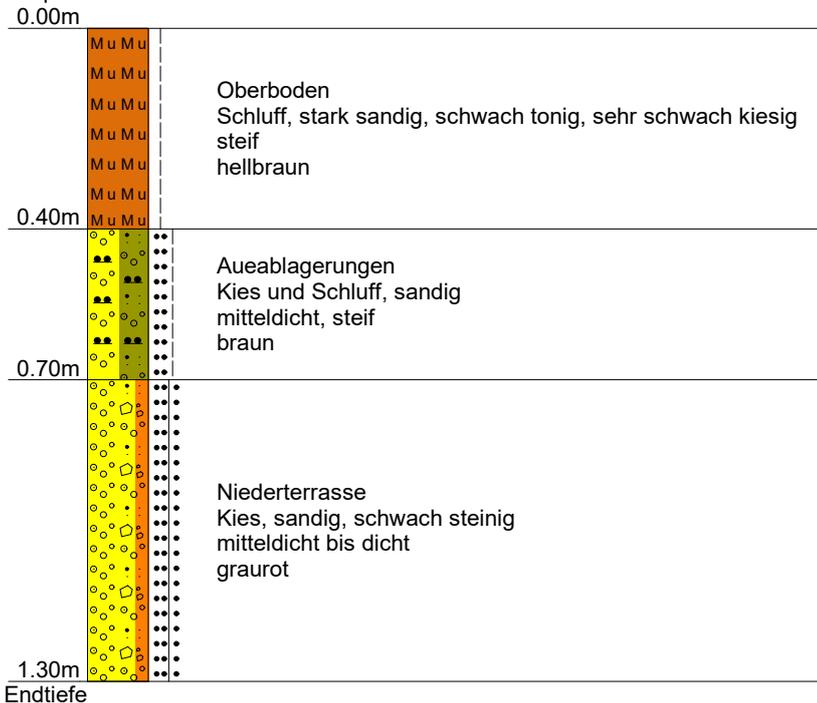
0.80m

Endtiefe

Kein weiterer Bohrfortschritt
Kein Grundwasser angetroffen

RKS 14

Ansatzpunkt: 298.40 m NHN



Kein weiterer Bohrfortschritt
Kein Grundwasser angetroffen

RKS 15

Ansatzpunkt: 298.50 m NHN

0.00m

M u M u

Oberboden

M u M u

Schluff, stark sandig, schwach tonig, sehr schwach kiesig

M u M u

steif
braun

0.20m

M u M u

Niederterrasse

M u M u

Kies, schluffig, sandig

M u M u

mitteldicht

M u M u

braun

0.50m

Endtiefe

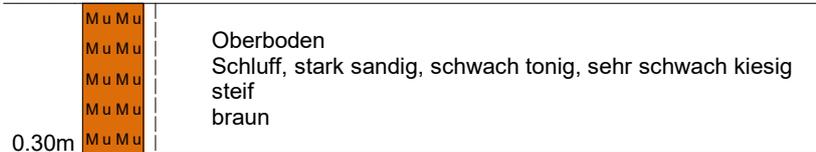


Kein weiterer Bohrfortschritt
Kein Grundwasser angetroffen

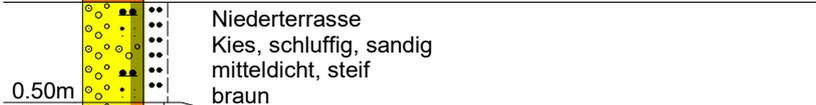
RKS 16

Ansatzpunkt: 299.00 m NHN

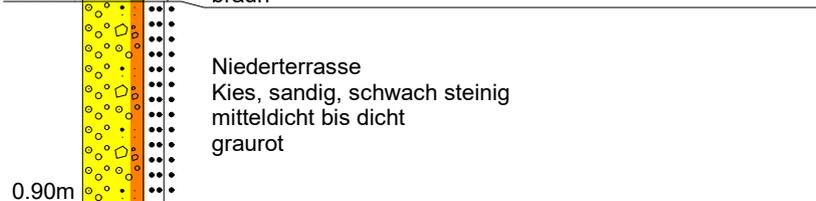
0.00m



0.30m



0.50m



0.90m

Endtiefe

Kein weiterer Bohrfortschritt
Kein Grundwasser angetroffen

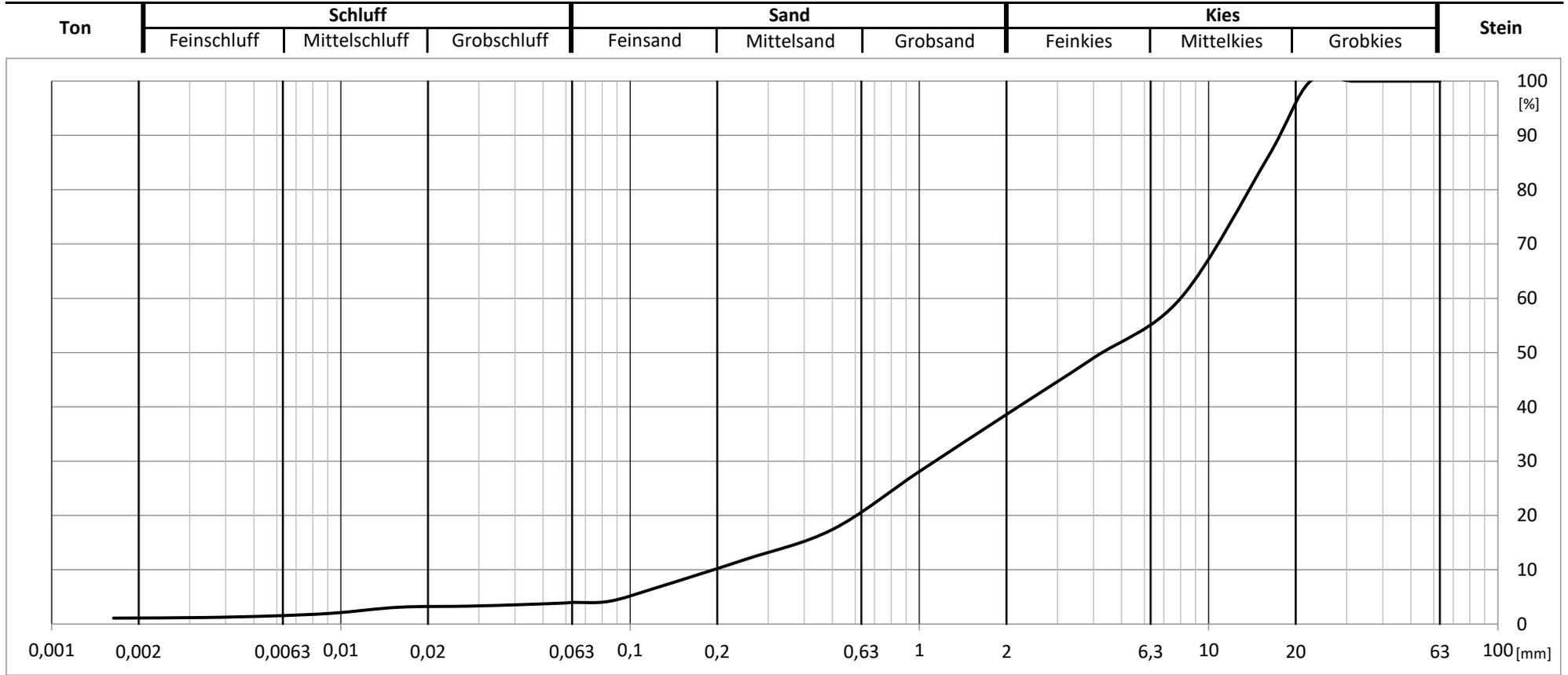
Ingenieurbüro für Baugrund JACOBI GmbH

Baugrunduntersuchung - Erdstofflabor - Gründungsberatung - Versickerung - Altlasten
Straße des Friedens 4 - 99094 Erfurt

Auftrags-Nr.	B21-115
Anlage:	3.1
Entnahmedatum:	14.04.2021
Bearbeiter:	Schillig

Bauvorhaben: Erschließung Wohngebiet "Rockinger Gelände" - Wechmar

Körnungslinie durch Sieb- & Schlämmanalyse gemäß DIN 18123



Entnahmestelle: RKS 1 Tiefe: 1,3-1,7 m Art der Entnahme: gestört Ansprache: GW	Massenanteile Kies: 61% Sand: 35% Schluff: 3% Ton: 1%	Bodenart nach DIN 18196: GI Ungleichförmigkeitszahl - C_U : 41,4 Krümmungszahl - C_C : 0,8 Wassergehalt: 8,7% Bodenart: Kies, stark sandig, Durchlässigkeit nach Seelheim: 6,5E-02
---	--	--

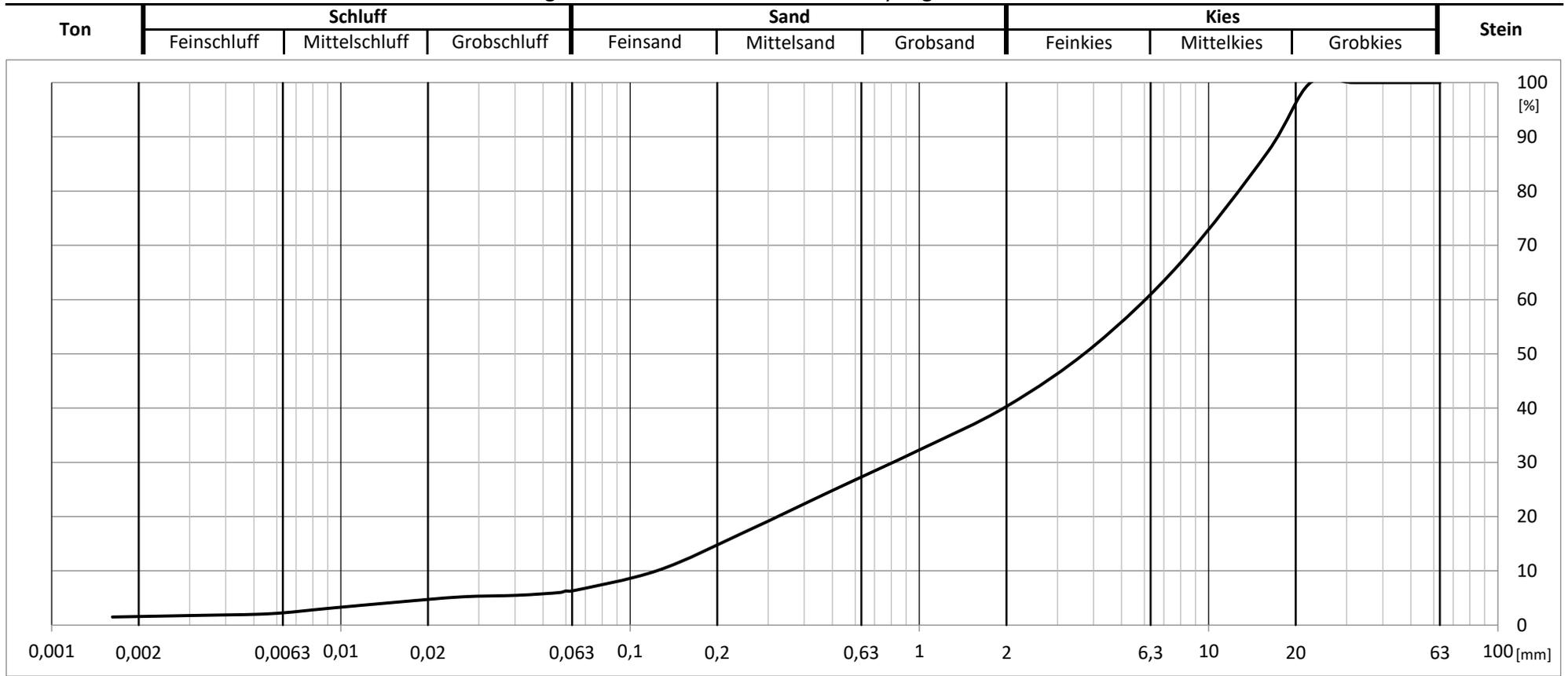
Ingenieurbüro für Baugrund JACOBI GmbH

Baugrunduntersuchung - Erdstofflabor - Gründungsberatung - Versickerung - Altlasten
Straße des Friedens 4 - 99094 Erfurt

Auftrags-Nr.	B21-115
Anlage:	3.2
Entnahmedatum:	14.04.2021
Bearbeiter:	Schillig

Bauvorhaben: Erschließung Wohngebiet "Rockinger Gelände" - Wechmar

Körnungslinie durch Sieb- & Schlämmanalyse gemäß DIN 18123



Entnahmestelle: RKS 2 Tiefe: 1,0-1,7 m Art der Entnahme: gestört Ansprache: GU	Massenanteile Kies: 60% Sand: 34% Schluff: 5% Ton: 2%	Bodenart nach DIN 18196: GU Ungleichförmigkeitszahl - C_U : 48,0 Krümmungszahl - C_C : 0,9 Wassergehalt: 9,0% Bodenart: Kies, stark sandig, Beyer (erzwungen): 9,1E-05
---	--	--

Ingenieurbüro für Baugrund JACOBI GmbH

Baugrunduntersuchung - Erdstofflabor - Gründungsberatung - Versickerung - Altlasten
Straße des Friedens 4 - 99094 Erfurt

Auftrags-Nr.

B21-115

Anlage:

3.3

Entnahmedatum:

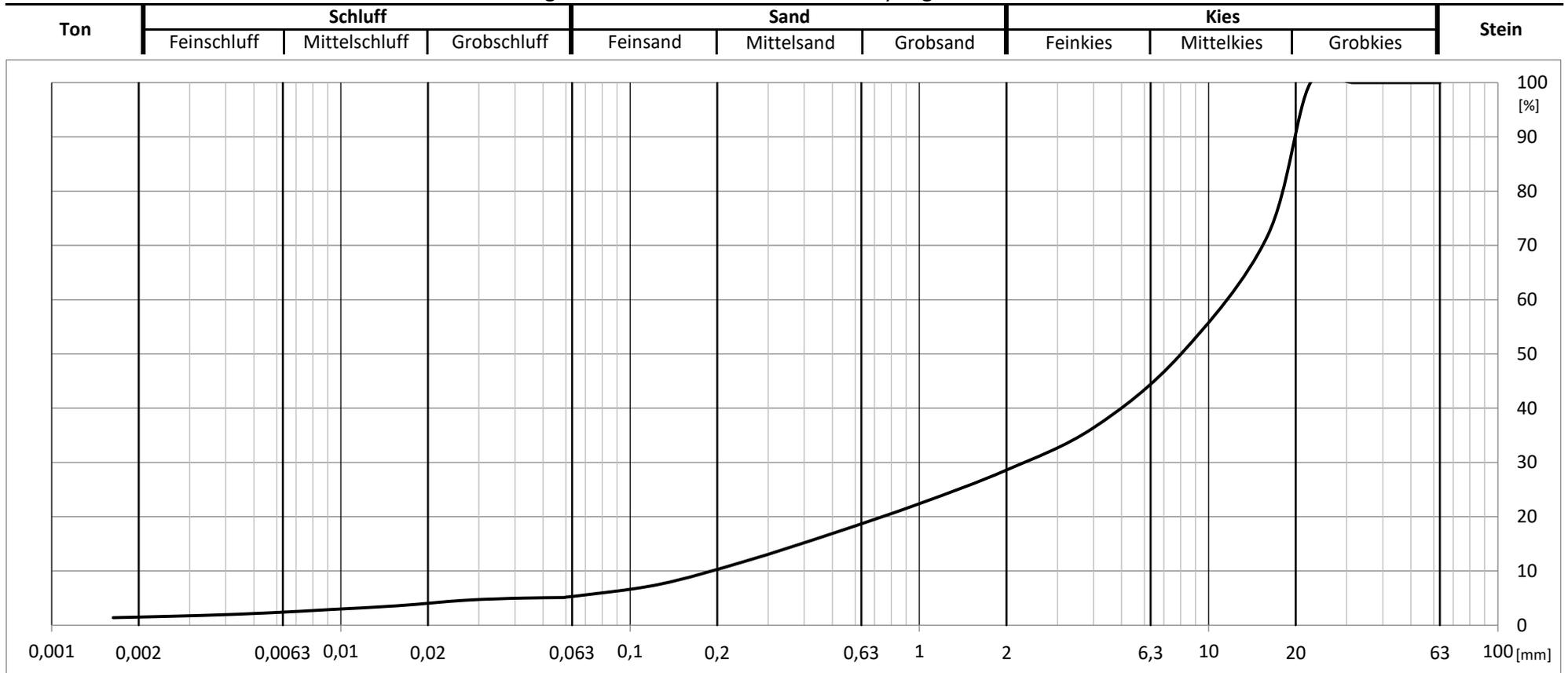
14.04.2021

Bearbeiter:

Schillig

Bauvorhaben: Erschließung Wohngebiet "Rockinger Gelände" - Wechmar

Körnungslinie durch Sieb- & Schlämmanalyse gemäß DIN 18123



Entnahmestelle: RKS 7 Tiefe: 0,7-0,9 m Art der Entnahme: gestört Ansprache: GW	Massenanteile Kies: 71% Sand: 23% Schluff: 4% Ton: 1%	Bodenart nach DIN 18196: GU Ungleichförmigkeitszahl - C_U : 58,9 Krümmungszahl - C_C : 2,5 Wassergehalt: 7,1% Bodenart: Kies, sandig, Beyer (erzwungen): 2,1E-04
---	--	--

Ingenieurbüro für Baugrund JACOBI GmbH

Baugrunduntersuchung - Erdstofflabor - Gründungsberatung - Versickerung - Altlasten
Straße des Friedens 4 - 99094 Erfurt

Auftrags-Nr.

B21-115

Anlage:

3.4

Entnahmedatum:

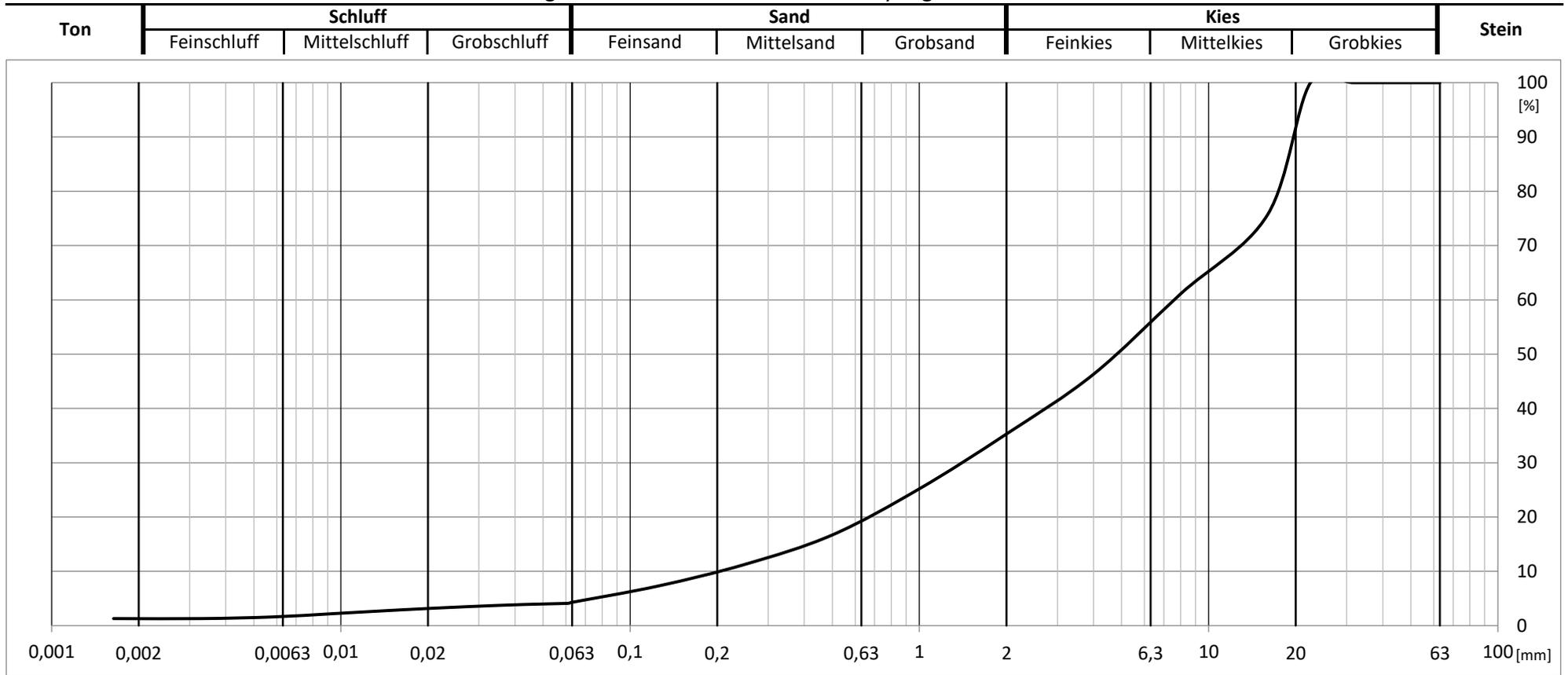
14.04.2021

Bearbeiter:

Schillig

Bauvorhaben: Erschließung Wohngebiet "Rockinger Gelände" - Wechmar

Körnungslinie durch Sieb- & Schlämmanalyse gemäß DIN 18123



Entnahmestelle: RKS 13 Tiefe: 0,6-0,8 m Art der Entnahme: gestört Ansprache: GW	Massenanteile Kies: 65% Sand: 31% Schluff: 3% Ton: 1%	Bodenart nach DIN 18196: GW Ungleichförmigkeitszahl - C_U : 38,1 Krümmungszahl - C_C : 1,3 Wassergehalt: 5,5% Bodenart: Kies, stark sandig, Beyer (erzwungen): 2,4E-04
--	--	--

Bodenklassifizierungen und -einteilung in Homogenbereiche nach VOB/C

Homogenbereiche i. A. a. ATV DIN 13320:2019-09 (Landschaftsbauarbeiten), ATV DIN 18300:2019-09 (Erdarbeiten), ATV DIN 18311:2019-09 (Nassbaggerarbeiten),					
Schicht	1	2	3	4	5
Bodenklassen (DIN 18300:2012)	1	3-4	4	3	6
Eigenschaften und Kennwerte - Lockergestein/Boden					
ortsübliche Bezeichnung	Oberboden	Auffüllung	Aueablagerungen	Niederterrassenscho tter	
Bodengruppe (DIN 18196)	A, OH, OU	A, GU*, GU, TL	TL, GU*	GW, GU, GU*	
Massenanteil Ton [%] (d < 0,002 mm)	5-30	5-30	2-20	0-5	
Massenanteil Schluff [%] (d = 0,002-0,063 mm)	10-40	10-40	15-70	5-15	
Massenanteil Sand [%] (d = 0,063-2 mm)	10-70	10-40	20-60	20-60	
Massenanteil Kies [%] (d = 2-63 mm)	1-20	10-60	1-50	40-90	
Massenanteil Steine ^A [%] (d = 63-200 mm)	1-5	0-15	0-15	5-30	
Massenanteil Blöcke ^A [%] (d = 200-630 mm)	0-1	0-5	0-1	0-5	
Massenanteil große Blöcke ^A [%] (d > 630 mm)	0-1	0-1	0-1	0-1	
organischer Anteil [%]	0-8	0-15	1-5	0-5	
Dichte [g/cm ³]	1,6-1,8	1,7-2,1	1,7-21	1,9-2,1	
Wassergehalt [%]	5-30	5-25	10-30	2-30	
Plastizitätzahl I _p	0,10-0,20	0,05-0,20	0,05-0,25	-	
Konsistenzzahl I _c	0,5-1,0	0,5-1,25	0,5-1,25	-	
Lagerungsdichte	locker	locker	locker bis mitteldicht	mitteldicht bis dicht	
Kohäsion in kN/m ²	3-5	0-5	0-10	0-2	
undränierete Scherfestigkeit in kN/m ²	0-5	0-15	0-15	0	
Abrasivität CAI	< 1 (schwach abrasiv)	< 1-3 (schwach bis stark abrasiv)	< 1-3 (schwach bis stark abrasiv)	3,5-4,5 (stark bis extrem abrasiv)	
Eigenschaften und Kennwerte – Fels					
Benennung von Fels (DIN EN ISO 14689-1)					Tonstein, zersetzt (sedimentär)
Verwitterung					zersetzt
Veränderlichkeit					stark veränderlich
Trennflächenrichtung					n. b.
Trennflächenabstand					sehr klein bis mittel
Gesteinskörperform					tafelförmig, plattig
einaxiale Druckfestigkeit [MPa]					1-5
Dichte [g/cm ³]					2,0-3,0
Abrasivität CAI					0,6 (schwach abrasiv)
Homogenbereiche DIN 18300:2016-09 Erdarbeiten: Lösen und Laden¹	-	EA _{LL} 1	EA _{LL} 2	EA _{LL} 3	EA _{LL} 4
Homogenbereiche DIN 18300:2016-09 Erdarbeiten: Einbauen und Verdichten¹	-	EA _{EV} 1 ^{2,3}	EA _{EV} 2 ³	EA _{EV} 3	EA _{EV} 4 ⁴
Homogenbereiche DIN 18301:2016-09 Bohrarbeiten	-	BA 1	BA 2		BA 3
Homogenbereiche DIN 18304:2016-09 Ramm-, Rüttel- , Pressarbeiten	-	RA 1	RA 2		RA 3
Homogenbereiche DIN 18320:2019-09 Landschaftsbauarbeiten	LA 1	-	-	-	-

^A Angaben ohne Gewähr

¹ unter Beachtung der einsetzbaren Erdbaugeräte (Lösen und Laden → Annahme: Bagger; Einbauen und Verdichten → Annahme: Rüttelplatte). Bei Einsatz abweichender Erdbaugeräte, sind die Homogenbereiche ggf. entsprechend anzupassen.

² Die Wiedereinbaufähigkeit ist abhängig von der Zuordnung nach LAGA M 20 sowie dem Abstand zum Grundwasserstand. Dies ist von Planerseite zu überprüfen.

³ Organische Böden bzw. Böden mit organischen Beimengungen sind für einen Wiedereinbau in technischen Bauwerken nicht geeignet

⁴ Tonstein mit erhöhten Gips-/ Anhydritbeimengungen sowie Gips/Anhydrit sind für einen Wiedereinbau nicht geeignet