

BAUGRUNDGUTACHTEN (GEOTECHNISCHER BERICHT)

Bauvorhaben : **Sanierung Entwässerungsleitungen TU Ilmenau, Kirchhoffbau
Ehrenbergstraße
Ilmenau**

Auftrags-Nr. : B25-058

Projekt-Nr. : 3545

Auftraggeber : TLBV Thüringer Landesamt für Bau und Verkehr
Abteilung Hochbau und Liegenschaften
Europaplatz 3
99091 Erfurt



Geschäftsführer
Dipl.-Geol. Wedekind, U.



Bearbeiterin
Dipl.-Bauing.(FH) Jacobi, A.

Erfurt, den 30. Juli 2025

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	7
2.4	HYDROLOGISCHE VERHÄLTNISSE	11
3	GRÜNDUNGSTECHNISCHE SCHLUSSFOLGERUNGEN	12
3.1	BAUGRUNDEIGNUNG	12
3.2	EMPFEHLUNGEN ZUR GRÜNDUNG	14
4	TECHNISCHE HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG	16
4.1	BODENKLASSIFIZIERUNG NACH VOB/C 2012	16
4.2	BODENKLASSIFIZIERUNG NACH VOB/C 2019 (HOMOGENBEREICHE)	17
4.3	VERWENDBARKEIT DES AUSHUBS	19
4.4	BÖSCHUNGEN, VERBAU UND ARBEITSRAUMBREITEN	19
4.5	VERKEHRSFLÄCHEN	21
4.6	WASSERHALTUNGSMAßNAHMEN	22
4.7	WEITERE HINWEISE	22
5	CONSULTING UND QUALITÄTSMANAGEMENT	24
6	BERECHNUNGSKENNWERTE	25
7	SCHLUSSBEMERKUNGEN	26
8	HINWEISE	26

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 2025 wurde dem INGENIEURBÜRO FÜR BAUGRUND JACOBI der Auftrag für Baugrunduntersuchungen in Ilmenau, Ehrenbergstraße/ Gustav- Kirchhoff- Straße, erteilt. Dabei sollten ein Gutachten erstellt und Laboruntersuchungen durchgeführt werden.

Grundlage des Auftrags war das Angebot K25-165 vom 05.03.2025 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 12.03.2025
- U 2 Lagepläne vom 26.02.2025
- U 3 5 Schichtenverzeichnisse der am 14.05.2025 abgeteufte 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, 2014-2024)
- U 8 Thüringer Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft (2024) Thüringen Viewer (© GDI-Th): Orthofoto, Liegenschaftskarte, DGM, Schutzgebietskarte, URL: <https://thueringenvviewer.thueringen.de/thviewer/>
- U 9 Bundesamtes für Strahlenschutz Karte "Radon-Konzentration im Boden" des Bundesamtes für Strahlenschutz, URL: <https://www.imis.bfs.de/geoportal/>

Diese Pläne [U2] waren Grundlage unseres Kostenangebotes und der Festlegung der Sondierpunkte.

1.2 Standort & Baubeschreibung

In Ilmenau ist die Sanierung von Entwässerungsleitungen geplant. Der Standort befindet sich östlich der Ortslage, auf dem Gelände der Technischen Universität, im Bereich des Innenhofes „Kirchhoffbau“.

Das Gelände des Innenhofes zeigt ein leichtes Gefälle von südlicher in nördliche Richtung.

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

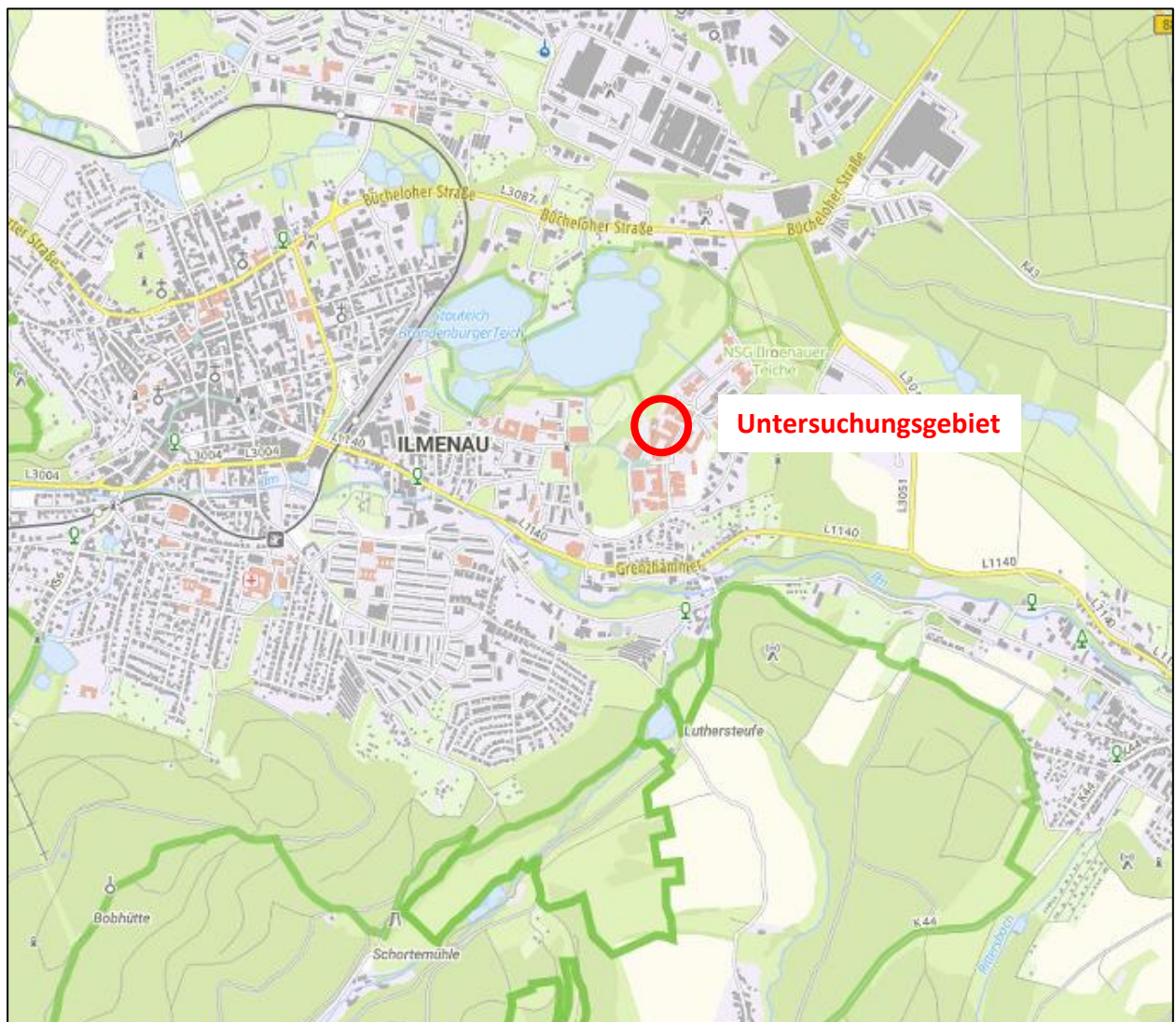


Abbildung 1: Lageübersicht des Untersuchungsgebietes (eingenordet, ohne Maßstab; © GDI-Th).

2 Feststellung

2.1 Allgemeines

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden am 14.05.2025 insgesamt 5 Rammkernsondierungen (RKS) 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 $1,6$ bis $3,5$ 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 des vorhandenen Leitungsbestandes und der damit einhergehenden eingeschränkten Bohrfreiheit wurde die Anzahl der Aufschlüsse von sechs RKS auf fünf RKS begrenzt.

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

Als Höhenbezugspunkt diente die Oberkante (OK) des Kanaldeckels RW 02 mit einer Kote von $491,91$ m NHN, siehe Aufschlussplan Anlage 1.

Der maximale Höhenunterschied zwischen den Bohrpunkten beträgt somit $0,87$ 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 am nördlichen Rand des Gebirgsmassives Thüringer Wald. In diesem Bereich laufen die Festgesteinssysteme des Paläozoikums zu den Formationen der Trias aus, welche das Thüringer Becken kennzeichnen.

Die Bildung der Lockergesteine im Bereich des Standortes vollzog sich überwiegend im Tertiär und Quartär. Hier wurden vornehmlich durch Abwitterung der anstehenden Festgesteine tonige bis sandige, teilweise auch steinige Verwitterungshorizonte gebildet.

Die im Liegenden folgenden Festgesteine sind überwiegend dem Karbon und Rotliegenden zuzurechnen. Es treten mittel- bis grobkristalline massige hellgrau bis rötlich gefärbte Granite sowie glimmerführende Felsite und Quarzporphyr zutage.

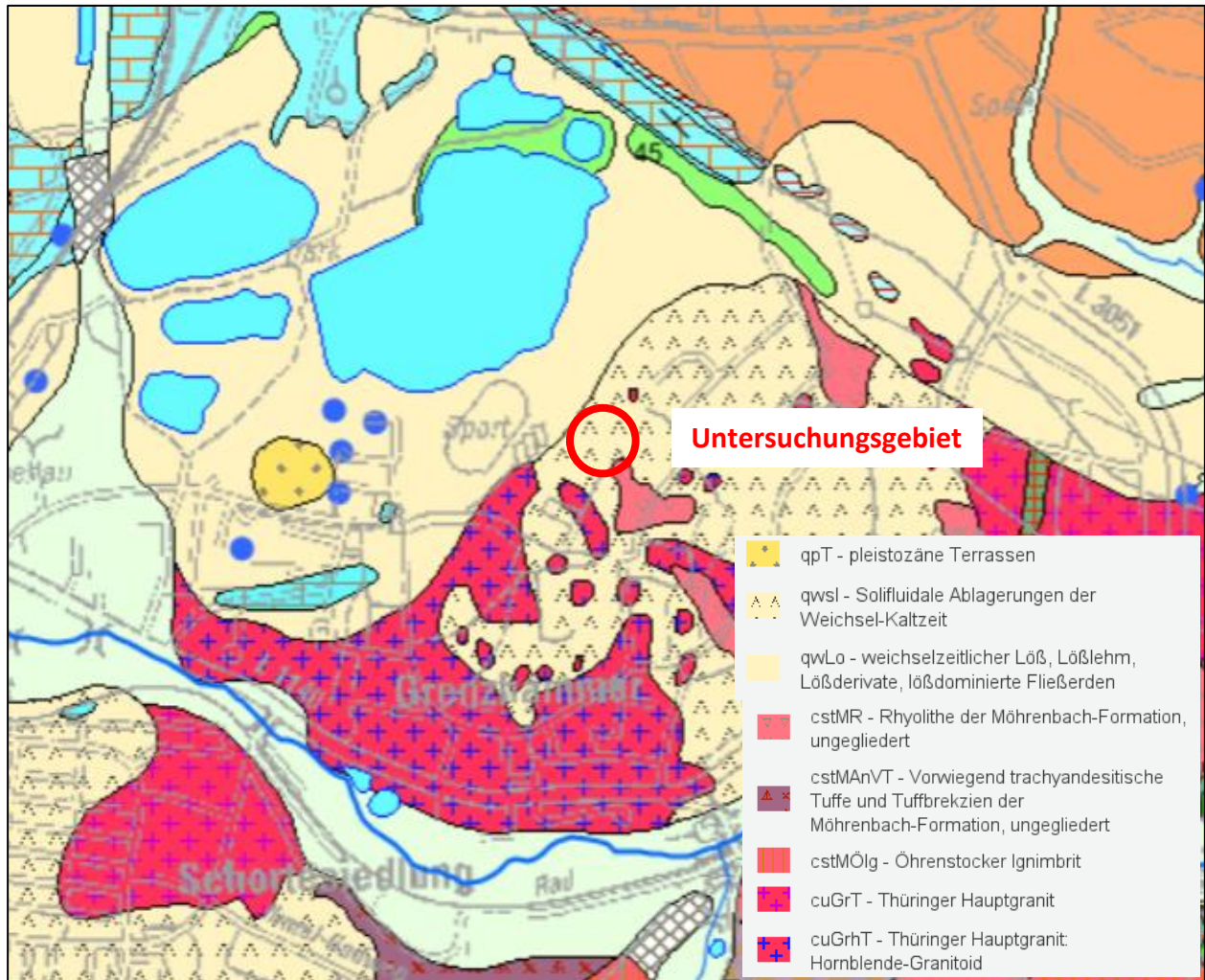


Abbildung 2: Übersicht Geologie (eingenordet, ohne Maßstab; ©TLUBN-Kartendienst).

Erdfall-/Senkungsgefährdung

Auslaugungsgefährdete Bestandteile sind nicht vertreten. Die Gefahr von Untergrundschwächen besteht nicht.

Erdbebeneinwirkung

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

2.3 Baugrundverhältnisse

Der Baugrund lässt sich im Aufschlussbereich zusammenfassend als ein 3-Schichtsystem beschreiben.

Tabelle 1: Übersicht der Schichten.

Schicht	Bodenart	Schichtuntergrenze [m u. GOK]	Aufschluss
0	Asphaltdeckschicht	0,02	RKS 1 bis RKS 4
	Pflasterdecke im Pflasterbett	0,15	RKS 5
1a	Auffüllung (Schottertragschicht)	0,2 bis 0,4	RKS 1 bis RKS 5
1b	Auffüllung	0,5 bis 1,4	RKS 1 bis RKS 5
2	Granitzersatz	2,0	RKS 4 und RKS 5
3a	Granit, vollständig bis stark verwittert	> 1,6 bis > 3,5	RKS 1 bis RKS 5
3b	Granit, mäßig verwittert bis frisch	in größerer Tiefe, nicht angeschnitten	in größerer Tiefe, nicht angeschnitten

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 3 zu entnehmen.

Eine chemische Beurteilung der Asphaltdecke sowie der Erdstoffe Schicht 1 und 2 erfolgt in dem Bericht zur Abfallcharakterisierung S25-056.

Schicht 0: Deckschicht Verkehrsflächen

Als Deckschicht wurde auf dem Innenhof, neben kleineren Grünflächen, eine durchweg 0,02 m dicke Asphaltdecke festgestellt. Die Asphaltstärke kann in nicht untersuchten Bereichen variieren.

Der Asphalt befindet sich vorwiegend in einem gestörten Zustand.

Im Bereich vor der Tordurchfahrt liegt eine ca. 10 cm starke Betonpflasterdecke auf einem ca. 10 cm mächtigen Pflasterbett vor.

Schicht 1: Auffüllung

Die Auffüllung wird oberhalb, direkt unter der Asphaltdecke, von einem etwa 18 cm bis 38 cm dicken **Schotter** gebildet. Hierbei handelt es sich um eine Schottertragschicht aus grobem Schotter. Angaben über die Qualifizierung der Materialien nach ZTV E-StB 17 oder ZTV SoB-StB 20 können aufgrund der Erkundung mittels RKS nicht getätigt werden.

Darunter wurden vorwiegend sandige, schluffige, teils steinige Kiese (RKS 1, 2, 3 und 5) und zum Teil in RKS 4 eine inhomogene **Auffüllung** aus sandigen, schluffigen kiesigen und tonigen Anteilen angeschnitten.

Es ist nicht auszuschließen, dass Bauwerksreste, Betonbruch oder ähnliches in den aufgefüllten Bereichen vorliegen. Diese wurden jedoch bei der Erkundung nicht angetroffen.

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 Kornzusammensetzung ist dabei über die Baufeldfläche Schwankungen unterworfen.

Tabelle 2: Geotechnische Klassifizierung der Schicht 1a: Auffüllung (Schottertragschicht).

Parameter	Klassifizierung
Bodenart	Auffüllung (Schottertragschicht)stark steinig, schwach kiesig
Bodengruppen (DIN 18 196)	[GE+X]
Färbung	grau
Lagerungsdichte (anhand Bohrfortschritt)	dicht
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit	gering bis mäßig
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	10^{-2} m/s bis 10^{-1} m/s

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

Tabelle 3: Geotechnische Klassifizierung der Schicht 1b: Auffüllung.

Parameter	Klassifizierung
Bodenart	Auffüllung <u>Kies</u> , sandig, schwach sandig bis stark sandig, schwach schluffig bis schluffig, steinig, schwach steinig bis sehr schwach steinig, teils sehr schwach kiesig <u>Sand</u> , schluffig, schwach tonig, sehr schwach kiesig
Bodengruppen (DIN 18196)	[GU, GU*, SU*]
Färbung	braun, rotbraun, teils grau, gelb, graubraun
Lagerungsdichte (anhand Bohrfortschritt)	mitteldicht bis dicht (RKS 1 und 2) vorwiegend locker, teils mitteldicht (RKS 3 bis 5)
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit	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	$5 \cdot 10^{-6}$ m/s bis 10^{-4} m/s

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

Schicht 2: Granitzersatz

Mit den RKS 4 und RKS 5 wurde ein **Granitzersatz**, bodenphysikalisch als schluffiger Kies anzusprechen, festgestellt. Das Material ist locker gelagert. Es wurde mit Schichtdicken von 0,60 m bis 1,0 m aufgeschlossen. Dieses ist anthropogen oder solifluidal umgelagert.

Tabelle 4: Geotechnische Klassifizierung der Schicht 2: Granitzersatz.

Parameter	Klassifizierung
Bodenart	Granitzersatz <u>Kies</u> , sandig bis stark sandig, schwach schluffig bis schluffig
Bodengruppen (DIN 18196)	GU, GU*
Färbung	rotbraun
Lagerungsdichte (anhand Bohrfortschritt)	locker
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 2
Bodengruppen (ATV-DVWK-A 127)	G 2 bis G 3
Durchlässigkeitsbeiwert k_f^A	10^{-6} m/s bis 10^{-4} m/s

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

Schicht 3: **Granit**

Als Festgestein wurde **Granit**, in einem vollständig bis stark verwitterten Zustand bis zur Endteufe erbohrt.

Eine bodenphysikalisch untersuchte Erdstoffprobe aus der RKS 3 ergab einen schluffigen, kiesigen Sand (SU*), siehe Anlage A 3.1.

Oberflächennah kann das Material solifluidal umgelagert sein. Bedingt durch das Aufschlussverfahren sind Bestandteile/Körner mit einem Durchmesser > 36 mm bzw. > 60 mm (Rammkernsondierung) nicht erfasst. Das Vorkommen von Steinen und Platten im Verwitterungshorizont des Festgesteins ist möglich.

Tabelle 5: Geotechnische Klassifizierung der Schicht 3a: Granit, vollständig bis stark verwittert.

Parameter	Klassifizierung
Bodenart	Granit, vollständig bis stark verwittert
Kurzform (DIN 4023:2006-02)	Gr
Färbung	rotbraun, dunkelgraubraun, grau, bunt
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit	groß
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB 17)	F 2 bis F 3
Verdichtbarkeitsklasse (ZTV A-StB 12)	V 1 bis V 2 ^B
Bodengruppen (ATV-DVWK-A 127)	G 2 bis G 3 ^B
Veränderlichkeit in Wasser (DIN EN 14689)	stark veränderlich bis veränderlich, Grad 3-5
Durchlässigkeitsbeiwert k_f ^A	$5 \cdot 10^{-6}$ m/s bis $5 \cdot 10^{-4}$ 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.

Mit der Tiefe nimmt der Verwitterungs-/Zersetzungsgrad rasch ab und die Festigkeit weiter zu. Das mäßig verwitterte bis frische Festgestein wurde nicht angeschnitten. Die Oberkante dessen kann kleinräumig schnell in der Höhenlage variieren, sodass dieses bei dem Bauvorhaben angeschnitten wird.

Tabelle 6: Geotechnische Klassifizierung der Schicht 3b: Granit, mäßig verwittert bis frisch (Erfahrungs-/ Literaturwerte).

Parameter	Klassifizierung
Bodenart	Granit, mäßig verwittert bis frisch
Kurzform (DIN 4023:2006-02); Bodengruppe (DIN 18196:2011-05)	Gr
Färbung	bunt
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit	-
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB 17)	-
Verdichtbarkeitsklasse (ZTV A-StB 12)	-
Bodengruppen (ATV-DVWK-A 127)	-
Veränderlichkeit in Wasser (DIN EN 14689)	veränderlich bis nicht veränderlich, Grad 1-3
Durchlässigkeitsbeiwert k_f^A	je nach Klüftigkeit, $< 5 \cdot 10^{-12}$ m/s bis $> 5 \cdot 10^{-2}$ m/s

2.4 Hydrologische Verhältnisse

2.4.1 Hydrogeologie

Wasser wurde bei keinem der durchgeführten Aufschlüsse angeschnitten.

Mit dem Anschnitt von Grundwasser ist im baulich relevanten Bereich nicht zu rechnen.

Die Hydrogeologische Übersichtskarte (HÜK 200) bzw. das landesweite Strömungsmodell im Maßstab 1:50.000 (HK 50) gibt einen berechneten Mittleren Grundwasserflurabstand von 10 bis 25 m unter GOK an. Des Weiteren kann der Grundwasserflurabstand erheblichen jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen.

Der Höchste anzunehmende Grundwasserstand (HGW) ist anhand der vorliegenden Informationen auf etwa 10,0 m unter GOK (ca. 483 m NHN) anzusetzen.

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

Im Hinblick auf die geplante Baumaßnahme 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 Beton- und Stahlaggressivität

An dem Standort wurden keine Proben zur Wasseranalyse genommen werden.

Anhand der Karte für Hintergrundwerte im Grundwasser (HWG) 1:250.000 sind am Standort Sulfatkonzentrationen von bis zu 45,50 mg/ l möglich. Dies entspricht der Expositionsklasse für Betonaggressivität < XA1. Das bedeutet, anfallendes Schichtenwasser ist hier als nicht Beton angreifend einzustufen.

3 Gründungstechnische Schlussfolgerungen

3.1 Baugrundeignung

3.1.1 Eignung als Standort

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

- kleinräumig differierende Untergrundverhältnisse bezüglich Festigkeit, Verwitterungsgrad und Tiefenlage des Granits (Festgesteinsauftragungen möglich)
- teils erschwerte Lösbarkeit und Bohrbarkeit des Granits
- teils erhöhte Stein- und Blockanteile in aufgefüllten sowie natürlichen Böden möglich
- teils tiefer aufgefüllte Bereiche (v. a. im Bereich von Bestandsleitungen) möglich
- Verlegung im Bereich von Bestandsbebauung
→ erschütterungsarme Bauweise (Lösen, Verbau, Verdichtung etc.) wählen,
Beweissicherungen sind zu empfehlen

3.1.2 Eignung der Baugrundsichten zur Gründung

Tabelle 7: Eignung der Baugrundsichten zur Gründung bei offener Bauweise.

Schicht	Bodenart	Eignung als Gründungsschicht
1	Auffüllung	<u>i.d.R. nicht relevant, ansonsten bedingt geeignet</u> (bei lockerer Lagerung nur nach einer zusätzlichen Baugrundstabilisierung/ Nachverdichtung geeignet)
2	Granitzersatz	<u>geeignet</u> (bei lockerer Lagerung nur nach einer zusätzlichen Baugrundstabilisierung/ Nachverdichtung geeignet)
3a	Granit, vollständig bis stark verwittert	<u>geeignet</u> (Hindernisse aufgrund von Steinen und Platten möglich, entsprechende Lösegerät und Nachverdichtung durch löungsbedingte Auflockerungen sind einzuplanen)
3b	Granit, mäßig verwittert bis frisch	<u>geeignet</u> (Hindernisse aufgrund von Steinen und Platten möglich, entsprechende Lösegeräte und Nachverdichtung durch löungsbedingte Auflockerungen sind einzuplanen)

Tabelle 8: Eignung der Baugrundsichten bei grabenloser Bauweise.

Schicht	Bodenart	grabenlose Bauweise (Horizontalspülbohrverfahren, Rohrvortriebsverfahren)
1	Auffüllung	<u>i.d.R. nicht relevant, ansonsten bedingt geeignet</u> (stellenweise erhöhtes Setzungspotential, Bohrlochinstabilität bei lockerer Lagerung, Bohrhindernisse in Form von Bauwerksresten etc. möglich)
2	Granitzersatz	<u>i.d.R. nicht relevant, ansonsten bedingt geeignet</u> (Bohrlochinstabilität bei lockerer Lagerung möglich)
3a	Granit, vollständig bis stark verwittert	<u>geeignet</u> (Hindernisse aufgrund von Steinen und Platten)
3b	Granit, mäßig bis schwach verwittert	<u>geeignet</u> (Hindernisse aufgrund von Steinen und Platten)

3.2 Empfehlungen zur Gründung

3.2.1 Leitungsbau

Die geplanten Entwässerungsleitungen werden im Bereich des Innenhofes in offener Bauweise verlegt. Im Bereich der Zufahrt (Nordflügel) ist eine Dükerung vorgesehen.

3.2.1.1 Offene Bauweise

Im Innenhofbereich werden die Leitungen in offener Bauweise verlegt.

Die Verlegetiefe der Leitungen liegt zwischen 2,0 m, in östlicher Richtung, bis 4,0 m, in nördlicher Richtung. Eine frostfreie Überdeckung von mindestens 1,0 m ist bei der geplanten Verlegetiefe gewährleistet.

Eine Mindestverlegetiefe gemäß DIN 1998 ist zu gewährleisten.

Die Verlegearbeiten erfolgen in unmittelbarer Nähe zu Bestandsgebäuden. Es ist insbesondere auf eine erschütterungsarme Bauweise zu achten. Des Weiteren muss bei der Herstellung von Baugruben auf den Lastabtrag (Grundbruch & Standsicherheit) der Gebäude geachtet werden. Zudem muss bei der Planung der Baugruben zwingend die DIN 4123 beachtet werden

Bei einer Verlegetiefe von 2,0 m bis 4,0 m kommen die Leitungen im Bereich des **Granitzersatzes** (Schicht 2) und des **Granits** (Schicht 3) zum Liegen.

Die Bettung der Leitungen sollte aufgrund möglicher, kleinräumig schwankender und teils hoher Steifigkeiten der Gründungssohle gemäß bzw. i. a. A. DIN EN 1610 als Bettung Typ 1 (Regelausführung) mit anzuordnender Bettungsschicht erfolgen. Bei Anstehen von geringer verwittertem Granit ist bei der Ausschachtung/Lösung (z. B. Fräsen) eine Auflockerung des Festgesteines in der Gründungssohle nicht zu vermeiden. Aufgelockerte Partien sind nachzuarbeiten.

Es ist aufgrund der hohen Festigkeit im Granit (Schicht 3) mit erhöhtem erdbaulichem Aufwand zu rechnen.

Stehen locker gelagerte nichtbindige Erdstoffe (Schicht 2) an, so sind diese in der Sohle nachzuverdichten.

3.2.1.2 Grabenlose Bauweise

Im Bereich der Durchfahrt Nordflügel wird die Leitung grabenlos, als Düker, ausgeführt. Das anzuwendende Vortriebsverfahren ist anhand der im Abschnitt 4.1 sowie Abschnitt 4.2 und Anlage 4 angegebenen Boden-/ Felsklassen bzw. Homogenbereiche zu wählen.

Bei der gelanten Durchörterungsebene von ca. 4,0 m unter GOK befindet sich die Dükerleitung im Bereich des **Granits** (Schicht 3). Die Schicht ist für die Dükerung/ Horizontalbohrung prinzipiell unter Berücksichtigung möglicher Hindernisse in Form von Platten und Bänken, bei Verwendung entsprechender Bohrtechnik, geeignet.

Die Start- und Zielgrube befindet sich im **Granit**. Böschungs- und Verbaumaßnahmen werden hier notwendig (s. Abschnitt 4.4).

3.2.1.3 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 wäre dies einheitlich der **Granit** (Schicht 3).

Eine frostsichere Einbindung ist durch die Schachttiefe gewährleistet.

Die Hinterfüllung hat durch den lagenweisen Einbau eines gut verdichtungsfähigen, gemischtkörnigen bis bindigen Erdstoffes (z. B. Vorabsieb, Aushub Schicht 2) 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.

3.2.1.4 Weitere allgemeingültige Angaben

Bei der Planung, Gestaltung und Ausführung zur Verlegung der o. g. Leitungen sind die Richtlinien der DIN 1998, 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.

Die Grabensohlen sind bei Auflockerung durch das Lösen nachzuarbeiten.

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.

4 Technische Hinweise zur Bauausführung

4.1 Bodenklassifizierung nach VOB/C 2012

Für die Kalkulation der Erdarbeiten erfolgt neben der Einteilung in Homogenbereiche gemäß Abschnitt 4.2 die Einteilung der Erdstoffe und deren Lösbarkeit gemäß DIN 18300:2012-09.

Tabelle 9: Übersicht zu Boden-/Felsklassen nach DIN 18300:2012-09.

Schicht	Bodenart	Boden-/Felsklasse (DIN 18300:2012-09)
1a	Auffüllung (Schottertragschicht)	Bk. 3 ^{A,B}
1b	Auffüllung	Bk. 3-4 ^{A,B}
2	Granitzersatz	Bk. 4 ^B
3a	Granit, vollständig bis stark verwittert	Bk. 6 ^C
3b	Granit, mäßig verwittert bis frisch <i>nicht angeschnitten (Anschnitt möglich)</i> <i>Erfahrungs-/Literaturwerte</i>	Bk. 7

^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 vollständig verwitterte Granit weist Lockergesteinseigenschaften auf und kann den Bodenklassen 3 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.

Es ist darauf hinzuweisen, dass es zu einer erschwerten Lösbarkeit/Bohrbarkeit des Granits kommt. In beengten Bereichen und bei Anschnitt gering verwitterten Granits empfehlen wir entsprechende und zudem erschütterungsarme Lösetechniken zu wählen, z. B. Anbaufelsfräse.

Tabelle 10: Übersicht zu Boden-/ Felsklassen nach DIN 18319:2012-09 (Rohrvortriebsarbeiten)

Schicht	Bodenart	Boden-/ Felsklasse (DIN 18319:2012-09)	Zusatzklasse Plastizität	Zusatzklasse Steine und Blöcke ^{A,B}
1a	Auffüllung (Schottertragschicht)	LNE 3	-	S 2
1b	Auffüllung	LN 1- LN 3 LNW 1- LNW 3	-	S 1- S 3
2	Granitzersatz	LN 1, LNW 1	-	S 1- S 3
3a	Granit, vollständig bis stark verwittert	LNW 2 – LNW 3 FZ 1	-	S 2, S 3
3b	Granit, mäßig verwittert bis frisch <i>nicht angeschnitten (Anschnitt möglich)</i> <i>Erfahrungs-/Literaturwerte</i>	FZ 4 – FD 4	-	-

^A Erfahrungswert. Erkundung, z. B. mittels Schurfs, erfolgte nicht.

^B Große Blöcke (Korngröße größer 630 mm) sind hinsichtlich ihrer Größe und ihres Anteils gesondert nach Aufmaß anzugeben.

Tabelle 11: Übersicht zu Boden-/ Felsklassen nach DIN 18301:2012-09 (Bohrarbeiten).

Schicht	Bodenart	Boden-/ Felsklasse (DIN 18301:2012-09)	Zusatzklasse Steine und Blöcke ^{A,B}	Zusatzklasse Fels ^C
1a	Auffüllung (Schottertragschicht)	BN 1	BS 2	-
1b	Auffüllung	BN 1, BN 2	BS 1, BS 3	-
2	Granitzersatz	BN 1, BN 2	BS 1, BS 3	-
3a	Granit, vollständig bis stark verwittert	BN 1, BN 2 FV 1	BS 2, BS 3 -	- FD 1
3b	Granit, mäßig verwittert bis frisch <i>nicht angeschnitten (Anschnitt möglich)</i> <i>Erfahrungs-/Literaturwerte</i>	FV 2 – FV 6	-	FD 2 - FD 5

^A Erfahrungswert. Erkundung, z. B. mittels Schurfs, erfolgte nicht.

^B Große Blöcke (Korngröße größer 630 mm) sind hinsichtlich ihrer Größe und ihres Anteils gesondert nach Aufmaß anzugeben.

^C Erfahrungswert. Prüfung durch einaxiale Druckversuche erfolgte nicht.

4.2 Bodenklassifizierung nach VOB/C 2019 (Homogenbereiche)

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 18304:2019-09 (Rammarbeiten), DIN 18301:2019-09 (Bohrarbeiten), DIN 18324:2016-09 (Horizontalspülbohrarbeiten) und DIN 18319:2016-09 (Rohrvortriebsarbeiten) eingeteilt:

Tabelle 12: Übersicht zur Einteilung der Homogenbereiche.

Schicht	Bodenart	Homogenbereich ^A					
		DIN 18300 (Erdarbeiten)		DIN 18301 (Bohr- arbeiten)	DIN 18304 (Ramm- arbeiten)	DIN 18319 (Rohr- vortriebs- arbeiten)	DIN 18324 (Horizontal- spülbohr- arbeiten)
		Lösen und Laden	Einbauen und Verdichten ^{B,C}				
1a	Auffüllung (Schottertragschicht)	EA _{LL} 1	EA _{EV} 1	BA 1	RA 1	RVA 1	HBA 1
1b	Auffüllung	EA _{LL} 2	EA _{EV} 2				
2	Granitzersatz	EA _{LL} 3	EA _{EV} 3				
3a	Granit, vollständig bis stark verwittert	EA _{LL} 4	EA _{EV} 4	BA 2	RA 2	RVA 2	HBA 2
3b	Granit, mäßig verwittert bis frisch <i>nicht angeschnitten</i> <i>(Anschnitt möglich)</i> <i>Erfahrungs-/Literaturwerte</i>	EA _{LL} 5	EA _{EV} 5	BA 3	RA 3	RVA 3	HBA 3

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

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

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

4.3 Verwendbarkeit des Aushubs

Tabelle 13: Verwendbarkeit des Aushubs.

Schicht	Bodenart	Eignung als				
		Kulturboden	Gelände- regulierung unbelasteter Flächen	Boden- austausch	Bauwerks- hinter- füllung	Leitungs- graben- verfüllung
1a	Auffüllung (Schottertragschicht)	x	✓	x	x	x
1b	Auffüllung	x	✓	x	✓	✓
2	Granitzersatz	x	✓	(✓)	(✓)	(✓)
3a	Granit, vollständig bis stark verwittert	x	✓	(✓)	(✓)	(✓)
3b	Granit, mäßig verwittert bis frisch <i>nicht angeschnitten</i> <i>(Anschnitt möglich)</i> <i>Erfahrungs-/ Literaturwerte</i>	x	✓	(✓)	x	(✓)

x = ungeeignet, ✓ = geeignet, (✓) = bedingt geeignet; ggf. Brechung/Siebung notwendig

Eventuell auftretende Steine oder Blöcke (Durchmesser > 63 mm) sind auszusortieren.

Erdstoffe, die nicht wiederverwendet werden können, sind entsprechend fachgerecht zu entsorgen (s. Bericht zur Abfallcharakterisierung S25-056).

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.

4.4 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 Böschungswinkel einzuhalten:

Tabelle 14: Böschungswinkel.

Schicht	Kurzbeschreibung	Böschungswinkel β [°]
1a	Auffüllung (Schotter)	≤ 45
1b	Auffüllung (allgemein)	≤ 45
2	Granitzersatz	≤ 45
3a	Granit, vollständig bis stark verwittert	≤ 45
3b	Granit, mäßig verwittert bis frisch <i>nicht angeschnitten</i> <i>(Anschnitt möglich)</i> <i>Erfahrungs-/ Literaturwerte</i>	≤ 80 (nach Begutachtung) ≤ 45 (bei starker Klüftung und ungünstigem Schichteinfall)

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.

Verbau – Leitung in offener Bauweise, Schächte, Start-/Zielgruben

Als Verbausystem kann der Linearverbau (z. B. Boxenverbau, Gleitschienenverbau) verwendet werden. Der gestufte Linearverbau ermöglicht auch größere Schachttiefen bei geringem Flächenbedarf.

4.5 Verkehrsflächen

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

Tabelle 15: Anzunehmende Frostempfindlichkeitsklasse und Tragfähigkeit je Schicht.

Schicht	Bodenart	Frostempfindlichkeitsklasse	geforderte Tragfähigkeitswerte nach Verdichtung von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ (RStO 12 und ZTV E-StB 17)
1a	Auffüllung (Schottertragschicht)	F 1	<u>größtenteils</u> erreichbar ¹ , lokal Bodenaustausch
1b	Auffüllung	F 2 bis F 3	<u>größtenteils</u> erreichbar ¹ , lokal Bodenaustausch
2	Granitzersatz	F 2 bis F 3	<u>größtenteils</u> erreichbar ¹ , lokal Bodenaustausch
3a	Granit, vollständig bis stark verwittert	F 2 bis F 3	<u>größtenteils</u> erreichbar ¹ , lokal Bodenaustausch

¹ Aus Erfahrung kann für die Ausschreibung als Kalkulationsansatz ~50% erreichbar und ~50% Bodenaustausch angesetzt werden.

Für die Festlegung der Mehr- oder Minderdicken (Tabelle 7 in RStO 12) des Aufbaus können die in Tabelle 16 genannten Werte verwendet werden. Alle Angaben sind vom zuständigen Fachplaner gegenzuprüfen.

Tabelle 16: Mehr- oder Minderdicken für die Gesamtdicke des frostsicheren Oberbaus gemäß RStO 12.

Örtliche Verhältnisse		Mehr- oder Minderdicke [cm]
Frosteinwirkung	Zone III	+ 15
Kleinräumige Klimaunterschiede	geschlossene seittl. Bebauung	- 5
Wasserverhältnisse im Untergrund	Kein Grund- oder Schichtenwasser bis in eine Tiefe von 1,5 m unter Planum	0
Lage der Gradienten	Geländehöhe bis Damm $\leq 2,0 \text{ m}$	0
Entwässerung	Rinnen und Abläufe	- 5
Mehr- bzw. Minderdicke insgesamt		+ 5

Die Anforderungen und Bauweisen von Straßen sind 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.

Im Bereich der Leitungszone hat die Grabenverfüllung gemäß den Vorgaben der ZTV E-StB 17 zu erfolgen, sodass die Forderungen an das Planum des Verkehrsflächenoberbaus gemäß RStO-12 gewährleistet werden.

4.6 Wasserhaltungsmaßnahmen

Bei der geplanten Baumaßnahme ist nicht mit dem Anschnitt von Grundwasser zu rechnen. Die Gründungsarbeiten sind möglichst zu Zeiten geringer Grundwasserstände und Niederschlagswahrscheinlichkeit (z.B. Spätsommer oder Herbst) auszuführen. So können aufwendige bauzeitliche Wasserhaltungsmaßnahmen in der Regel vermieden bzw. verringert werden.

Zu Zeiten ungünstiger Wasserstände ist aufgrund anfallenden Oberflächen- und/ oder Schichtenwassers durchaus mit Wasserhaltungsmaßnahmen zu rechnen. Anfallendes Wasser ist dann mittels Pumpensumpf über eine offene Wasserhaltung abzuführen. Stärkere Wasseraustritte aus der Böschung oder aus der Sohle sind separat zu fassen und abzuleiten bzw. abzupumpen.

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

4.7 Weitere Hinweise

- Wir empfehlen vor Beginn der Maßnahme ein Bausicherungsverfahren (Beweissicherung) durchführen zu lassen.
- 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.

- Bei den Aushubarbeiten muss mit Aushuberschwernissen (unterirdische Bauteile; plattige, bankige Lagen des Granits) gerechnet werden, deren Beseitigung Mehraufwendungen verursachen kann.
- Da in der Gründungssohle das Festgestein (Granit) angeschnitten wird, ist bei der Ausschachtung eine leichte Auflockerung nicht zu vermeiden. Aufgelockerte Partien sind von Hand nachzuarbeiten.
- 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, 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.

- Wird bei den Erdbauarbeiten unerwartet Stau- oder Schichtwasser angetroffen, sind die Arbeiten sofort einzustellen und der Baugrundgutachter ist umgehend zu informieren. Im Zuge eines Ortstermins, muss die Gründungsempfehlung mit dem Baubeteiligten abgestimmt und ggf. angepasst werden.
- 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.
- Für die erforderlichen Baugrundabnahmen bzw. Dichteprüfungen sowie fortlaufende Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten stehen wir Ihnen nach Absprache zur Verfügung.

5 Consulting und Qualitätsmanagement

Tragschicht Verkehrsflächen

Der lagenweise Einbau sollte mittels statischen Plattendruckversuchen (DIN 18134) im Raster geprüft werden. Wir empfehlen das Anlegen von Probefeldern zur Überprüfung des verwendeten Schotters und der geplanten Schichtdicke.

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

Unser Büro steht Ihnen gerne für Tragfähigkeits- und Dichteprüfungen zur Verfügung.

Erschütterungsmessungen nach DIN 4150-3

Im Zuge Erschütterungsrelevanter Bautätigkeiten in Form von Abbruch-, Ramm- und oder Verdichtungsarbeiten ist verstärkt mit Erschütterungen im Bereich der Bestandsbebauung zu rechnen.

Wir empfehlen baubegleitende Erschütterungsmessungen für Gebäude nach DIN 4150-3 oder Probemessungen zu Beginn der Arbeiten.

Unser Büro steht Ihnen gerne für Erschütterungsmessungen zur Verfügung.

6 Berechnungskennwerte

Auf Grundlage der durchgeführten Erkundungs- und Laborergebnisse sowie unter Einbeziehung von Erfahrungs- und Literaturwerten werden den maßgeblichen Baugrundsichten in sinnvoller Verallgemeinerung folgende charakteristischen Bodenkennwerte zugeordnet. Zu beachten ist die Zuordnung der Tabellenwerte zu bestimmten Lagerungsdichten und Konsistenzen.

Tabelle 17: Übersicht der Bodenkennwerte.

Schicht	Bodenart	Zustand/ Lagerung	natürliche Rohwichte $\gamma_k (\gamma)$ [kN/m ³]	Wichte unter Auftrieb $\gamma_k' (\gamma')$ [kN/m ³]	wirksamer Reibungs- winkel $\varphi_k' (\varphi')$ [°]	wirksame Kohäsion $c_k' (c')$ [kN/m ²]	Steife- modul $E_{s,k} (E_s)$ [MN/m ²]
1a	Auffüllung (Schottertragschicht)	dicht	21 (20-21)	11 (10-11)	36 (34-40)	0 (0)	- (30-60)
1b	Auffüllung	locker	18 (17-19)	8 (8-9)	23 (20-26)	2 (0-4)	- (7-15)
		mitteldicht bis dicht	20 (19-21)	10 (10-11)	29 (27--33)	4 (2-6)	- (15-30)
2	Granitzersatz	locker	19 (19-20)	10 (9-10)	27 (25-32)	1 (0-5)	15 (10-20)
3a	Granit	vollständig bis stark verwittert	20 (20-22)	11 (10-12)	36 (28-43)	4 (0-8)	40 (30-70)
3b		mäßig bis frisch <i>nicht angeschnitten (Anschnitt möglich) Erfahrungs-/ Literaturwerte</i>	25 (22-27)	15 (12-17)	- > 40	- (0->50)	> 100

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

7 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.

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 in dem Bericht zur Abfallcharakterisierung S25-056 vorgenommen.

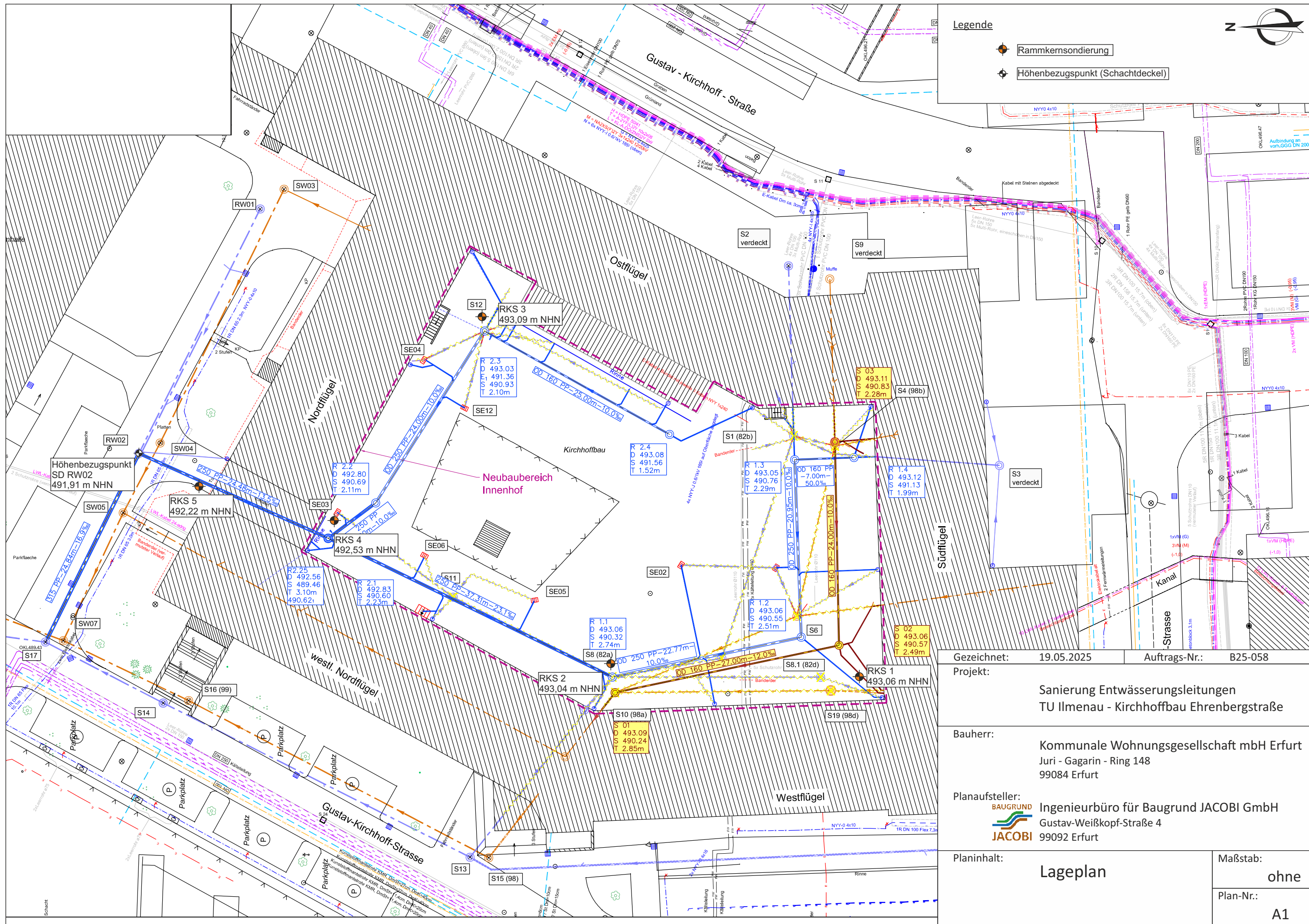
8 Hinweise

Das vorliegende Gutachten wurde unparteiisch und nach bestem Wissen erstellt. Gutachterliche Aussagen beziehen sich ausschließlich auf Inhalte vorhandener Unterlagen sowie die Dokumentationen von Tatsachen und Untersuchungsergebnissen.

Für etwaige Fehler und Mängel durch nicht zur Verfügung gestellte Unterlagen sowie vor Ort nicht erkannte Sachverhalte wird keine Verantwortung übernommen.

Die Ingenieurbüro für Baugrund JACOBI GmbH besitzt das Urheberrecht an diesem Bericht. Er darf nur in Zusammenhang mit dem behandelten Vorhaben und allen dazugehörigen Anlagen und Dokumenten verwendet werden. Die, auch auszugsweise, Vervielfältigung und/oder Weitergabe an nicht am Vorhaben Beteiligte ist nur mit Zustimmung der Verfasser zulässig.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen jederzeit gern zur Verfügung.



RKS 1

Ansatzpunkt: 493.06 m NHN

0.00m

0.02m

A A

:

Asphaltdeckschicht

Ads

:

Auffüllung

:

Schottertragschicht

0.30m

A A

:

Kies- Stein- Gemisch

[GE+X]

:

dicht

:

grau

:

A A

:

Auffüllung

[GU]

:

Kies, schwach sandig, schwach schluffig, steinig

:

dicht

:

braun, rotbraun

1.00m

Z+ Z+

:

Z+ Z+

:

Z+ Z+

:

Z+ Z+

:

Z+ Z+

:

Z+ Z+

:

Z+ Z+

:

Z+ Z+

1.60m

Endtiefe

Granit
stark verwittert
rotbraun

Gr

kein weiterer Bohrfortschritt
kein Grundwasser

RKS 2

Ansatzpunkt: 493.04 m NHN

0.00m

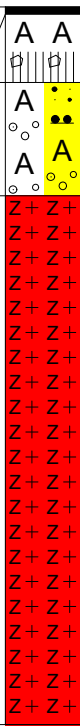
0.02m

0.20m

0.50m

1.90m

Endtiefe



Asphaltdeckschicht

Auffüllung

Schottertragschicht

Kies- Stein- Gemisch

dicht

grau

Auffüllung

Kies, sandig, schwach schluffig, schwach steinig

mitteldicht bis dicht

braun, rotbraun

Granit

vollständig bis stark verwittert

dunkelgraubraun

Ads

[GE+X]

[GU]

Gr

kein weiterer Bohrfortschritt

kein Grundwasser

RKS 3

Ansatzpunkt: 493.09 m NHN

0.00m

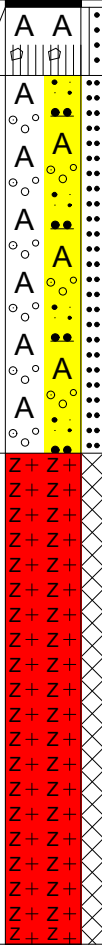
0.02m

0.20m

1.20m

2.50m

Endtiefe



Asphaltdeckschicht

Auffüllung

Schottertragschicht

Kies- Stein- Gemisch

dicht

grau

Auffüllung

Kies, sandig, schluffig, sehr schwach steinig

mitteldicht, zunehmend locker

braun, rotbraun, grau, gelb

Granit

vollständig bis stark verwittert

bunt

Ads

[GE+X]

[GU*]

Gr

kein weiterer Bohrfortschritt

kein Grundwasser

RKS 4

Ansatzpunkt: 492.53 m NHN

0.00m

0.02m

0.20m

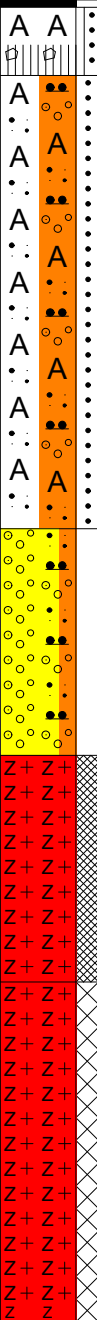
1.40m

2.00m

2.60m

3.50m

Endtiefe



Asphaltdeckschicht

Auffüllung

Schottertragschicht

Kies- Stein- Gemisch

dicht

grau

Auffüllung

Sand, schluffig, sehr schwach kiesig, schwach tonig

locker

braun, graubraun

Granitzersatz

Kies, sandig, schwach schluffig

locker

rotbraun

Granit

vollständig verwittert

rotbraun

Granit

stark verwittert

grau

Ads

[GE+X]

[SU*]

GU

Gr

Gr

kein weiterer Bohrfortschritt

kein Grundwasser

Ingenieurbüro für Baugrund JACOBI GmbH

Baugrunduntersuchung - Erdstofflabor - Gründungsberatung - Versickerung - Altlasten
Gustav-Weißkopf-Straße 4 - 99092 Erfurt

Auftrags-Nr.

B25-058

Anlage:

3.1

Entnahmedatum:

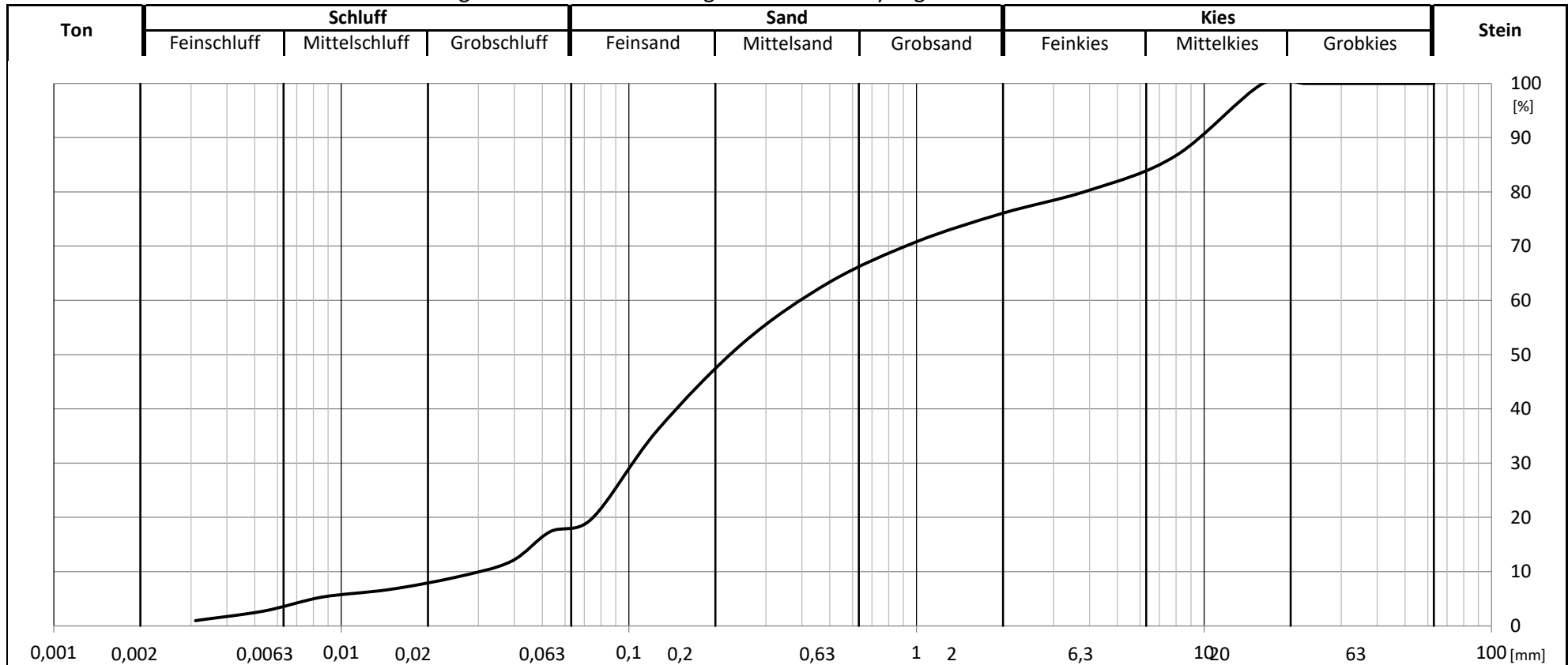
14.05.2025

Bearbeiter:

Uhlig

Bauvorhaben: Sanierung Entwässerungsleitung - TU Ilmenau, Kirchhoffbau (KHB), Ehrenbergstraße

Körnungslinie durch Nasssiebung & Schlämmanalyse gemäß DIN EN ISO 17892-4



Entnahmestelle: RKS 3

Tiefe [m]: 1,2-1,7

Art der Entnahme: gestört

Ansprache: Granit, vollständig verwittert

Massenanteile

Kies: 24%

Sand: 58%

Schluff+Ton: 18%

Bodenart nach DIN 18196: SU*

Ungleichförmigkeitszahl - C_u : 13,9

Krümmungszahl - C_c : 0,9

Wassergehalt: 9,6%

Bodenart: Sand, kiesig, schluffig,

Durchlässigkeit
t kf [m/s]

Beyer: nicht definiert

Hazen: nicht definiert

USBH / Bialas: 9,3E-06

Seelheim: 1,9E-04

Kaubisch: 6,0E-06

Beyer erzwungen: 3,0E-05

Ingenieurbüro für Baugrund JACOBI GmbH

Baugrunduntersuchung - Erdstofflabor - Gründungsberatung - Versickerung - Altlasten
Gustav-Weißkopf-Straße 4 - 99092 Erfurt

Auftrags-Nr.

B25-058

Anlage:

3.2

Entnahmedatum:

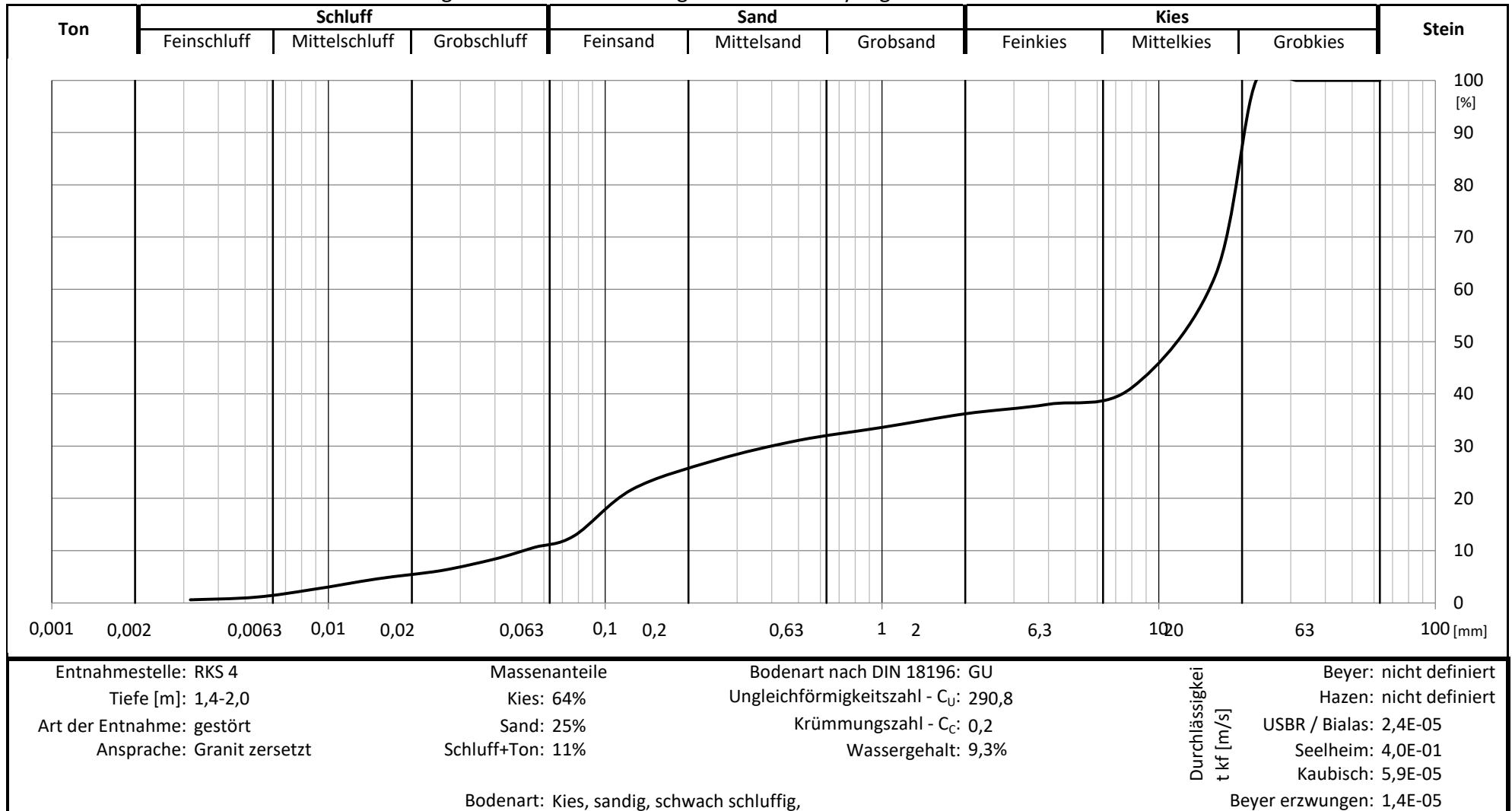
14.05.2025

Bearbeiter:

Uhlig

Bauvorhaben: Sanierung Entwässerungsleitung - TU Ilmenau, Kirchhoffbau (KHB), Ehrenbergstraße

Körnungslinie durch Nasssiebung & Schlämmanalyse gemäß DIN EN ISO 17892-4



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 18301:2019-09 (Bohrarbeiten), ATV DIN 18304:2019-09 (Rammarbeiten), ATV DIN 18324:2019-09 (Horizontalspülbohrarbeiten), ATV DIN 18319:2016-09 (Rohrvortriebsarbeiten)					
Schicht	1a	1b	2	3a	3b
Bodenklassen (DIN 18300:2012)	3	3-4	4	6	7
Eigenschaften und Kennwerte - Lockergestein/Boden					
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung (Schottetragschicht)	Auffüllung	Granitzersatz		
Bodengruppe (DIN 18196)	GE+X	GU, GU*, SU*	GU, GU*		
Massenanteil Ton [%] (d < 0,002 mm)	0-5	2-15	0-5		
Massenanteil Schluff [%] (d = 0,002- 0,063 mm)	0-5	5-30	5-30		
Massenanteil Sand [%] (d = 0,063-2 mm)	0-10	10-60	25-55		
Massenanteil Kies [%] (d = 2-63 mm)	40-80	10-60	40-80		
Massenanteil Steine [^] [%] (d = 63- 200 mm)	10-60	0-15	0-20		
Massenanteil Blöcke [^] [%] (d = 200- 630 mm)	0-1	0-5	0-10		
Massenanteil große Blöcke [^] [%] (d > 630 mm)	0-1	0-1	0-5		
organischer Anteil [%]	0-3	0-8	0-3		
Dichte [g/cm³]	2,0-2,1	1,7-2,1	1,9-2,0		
Wassergehalt [%]	1-10	5-20	5-15		
Plastizitätzahl I _p	-	-	-		
Konsistenzzahl I _c	-	-	-		
Lagerungsdichte I _D [%]	50-80 (dicht)	15-75 (locker bis dicht)	20-40 (locker)		
Kohäsion in kN/m ²	0	0-6	0-5		
undrännierte Scherfestigkeit in kN/m ²	0	0-15	0		
Abrasivität CAI	2,5-4,5 (stark abrasiv)	1,5-2,5 (abrasiv)	2,5-3,5 (stark abrasiv)		
umweltrelevante Inhaltsstoffe	siehe Abfallcharakterisierung S25-056				
Eigenschaften und Kennwerte – Fels					
Benennung von Fels (DIN EN ISO 14689-1)				Granit	Granit
Verwitterung				vollständig bis stark verwittert	mäßig verwittert bis frisch
Veränderlichkeit an Luft				veränderlich	nicht veränderlich
Veränderlichkeit unter Wasserbedeckung				stark veränderlich bis veränderlich	veränderlich bis nicht veränderlich
Trennflächenrichtung				n.b.	n. b.
Trennflächenabstand				außerordentlich engständig bis engständig	eng- bis weitständig
Gesteinskörperform				vielflächig	vielflächig
einaxiale Druckfestigkeit [MPa]				<0,5-5	5-15
Dichte [g/cm³]				2,0-2,2	2,2-2,7
Abrasivität CAI				3,5-4,5 (stark bis extrem abrasiv)	4,0-5,5 (extrem abrasiv)
umweltrelevante Inhaltsstoffe				siehe S25-056	n.b.
Homogenbereiche DIN 18300:2016- 09 Erdarbeiten: Lösen und Laden ^B	EA _{LL} 1	EA _{LL} 2	EA _{LL} 3	EA _{LL} 4	EA _{LL} 5
Homogenbereiche DIN 18300:2016- 09 Erdarbeiten: Einbauen und Verdichten ^{B,C,D}	EA _{EV} 1	EA _{EV} 2	EA _{EV} 3	EA _{EV} 4	EA _{EV} 5
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 18324:2019- 09 Horizontalspülbohrarbeiten	HBA 1			HBA 2	HBA 3
Homogenbereiche DIN 18319:2019- 09 Rohrvortriebsarbeiten	RVA 1			RVA 2	RVA 3

^A Angaben ohne Gewähr

n.e. = Angaben nicht erforderlich

^B 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.^C Die Wiedereinbaufähigkeit ist abhängig von der Zuordnung nach LAGA M 20 sowie dem Abstand zum Grundwasserstand. Dies ist von Planerseite zu überprüfen.^D Organische Böden bzw. Böden mit organischen Beimengungen sind für einen Wiederaufbau in technischen Bauwerken nicht geeignet