



BAUGRUNDGUTACHTEN (GEOTECHNISCHER BERICHT)

Bauvorhaben : **Neubau Wohnbebauung**
Röhrenweg, Flur 6, Flurstück 1160/21
99092 Erfurt

Auftrags-Nr. : B23-024
Projekt-Nr. : 3024

Auftraggeber : Sportpark Johannesplatz GmbH & Co. KG
Neußißstraße 8
99086 Erfurt

über : Pasel-K Architects
Lehrter Strasse 57 – Haus 4
10557 Berlin

Geschäftsführer
Dipl.-Geol. Wedekind, U.

Bearbeiter
B. Sc. Bergbau & Geol. Gaspar, N.

Erfurt, den 12. April 2023

Inhaltsverzeichnis

1	ALLGEMEINES	4
1.1	VORGANG	4
1.2	STANDORT & BAUBESCHREIBUNG	5
2	FESTSTELLUNG	6
2.1	ALLGEMEINES	6
2.2	GEOLOGISCHE SITUATION	6
2.3	BAUGRUNDVERHÄLTNISSE	8
2.4	HYDROLOGISCHE VERHÄLTNISSE	14
3	GRÜNDUNGSTECHNISCHE SCHLUSFOLGERUNGEN	15
3.1	BAUGRUNDEIGNUNG	15
3.2	EMPFEHLUNGEN ZUR GRÜNDUNG	16
4	TECHNISCHE HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG	18
4.1	BODENKLASSIFIZIERUNG NACH VOB/C 2012	18
4.2	BODENKLASSIFIZIERUNG NACH VOB/C 2019 (HOMOGENBEREICHE)	18
4.3	VERWENDBARKEIT DES AUSHUBS	19
4.4	BÖSCHUNGEN, VERBAU UND ARBEITSRAUMBREITEN	20
4.5	VERKEHRSLÄCHEN	21
4.6	WASSERHALTUNGSMAßNAHMEN	22
4.7	BAUWERKSABDICHTUNG UND BAUWERKSHINTERFÜLLUNG	23
4.8	WEITERE HINWEISE	23
5	CONSULTING UND QUALITÄTSMANAGEMENT	26
6	BERECHNUNGSKENNWERTE	28
7	BERECHNUNG	29
7.1	GRÜNDUNGSVARIANTE: STAHLBETONGRÜNDUNGSPATTE	29
8	SCHLUSSBEMERKUNGEN	32

Anlagenverzeichnis

- A 1 Aufschlussplan
- A 2 Aufschlussprofile
- A 3 Ergebnis Erdstoffprüfung
- A 4 Einteilung der Erdstoffe in Homogenbereiche
- A 5 Schematischen Schnitte

1 Allgemeines

1.1 Vorgang

Im Januar 2023 wurde dem INGENIEURBÜRO FÜR BAUGRUND JACOBI der Auftrag für Baugrunduntersuchungen in Erfurt, Röhrenweg, erteilt. Dabei sollten ein Gutachten erstellt und Laboruntersuchungen durchgeführt werden.

Grundlage des Auftrags war das Angebot K22-607 vom 17.11.2022 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 Januar 2023
- U 2 Lageplan vom 14.09.2021
- U 3 16 Schichtenverzeichnisse der am 13.02.2023, am 14.02.2023 und am 27.03.2023 abgeteufte Rammkernsondierungen
- U 4 4 Sondierverzeichnis der am 14.02.2023 abgeteufte schweren Rammsondierung
- U 5 Geologische Karte (GK25), Maßstab 1:25.000
- U 6 Ingenieurgeologische Karte der Auslaugungserscheinungen, Maßstab 1:100.000
- U 7 Hydrologische Karte Deutschlands, Maßstab 1:200.000 (HÜK 200) bzw. das landesweite Strömungsmodell im Maßstab 1:50.000 (HK 50)
- U 8 Hintergrundwerte im Grundwasser von Deutschland (HGW) (BGR, 2014-2023)
- U 9 Thüringer Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft (2023) Geoproxy Kartenauszug (GDI-Th): Orthofoto, Liegenschaftskarte, DGM, Schutzgebietskarte, URL: http://www.geoproxy.geoportal-th.de/geoclient/start_geoproxy.jsp
- U 10 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 Bohr- und Sondierpunkte.

1.2 Standort & Baubeschreibung

In Erfurt ist der Neubau mehreren Mehrfamilienhäusern geplant. Der Standort befindet sich westlich der Ortslage, im Wohngebiet „Brühlervorstadt“. Das Gelände, derzeitige Kleingartenanlage, zeigt ein Gefälle von südliche in nördliche Richtung.

Die Talhäuser werden mit 3 bis 4 Geschossen, die Garten- und Hanghäuser mit 2 bis 3 Geschossen errichtet. Die Tiefgarage wird unterirdisch zwischen den Gartenhäusern und den Talhäusern gebaut. Die Grundfläche der Hanghäuser beträgt ca. 967 m², der Gartenhäuser ca. 886 m² und der Talhäuser ca. 998 m². Die Tiefgarage wird eine Fläche von ca. 1750 m² umfassen, inklusive des BHKW-Raums.

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

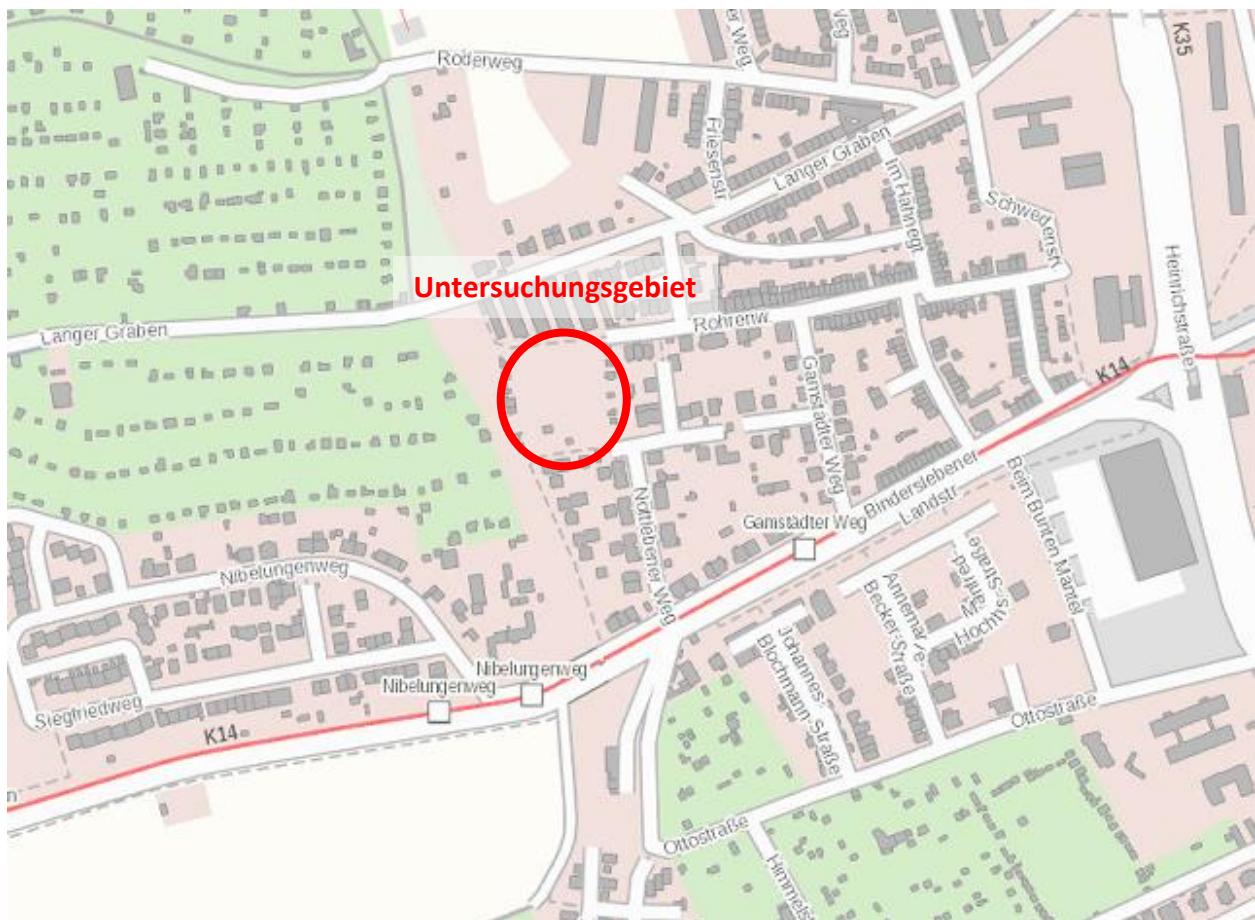


Abbildung 1: Lageübersicht des Untersuchungsgebietes (eingenordet, ohne Maßstab; ©GDI-Th).

2 Feststellung

2.1 Allgemeines

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden am 13.02.2023, 14.02.2023 und am 27.03.2023 auftragsgemäß 16 Rammkernsondierungen (RKS) für den Neubau 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 $2,6$ m bis $5,0$ 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 abgeteufte schwere Rammsondierungen (DPH) erreichten eine Tiefe von 5 m bis 8 m u. Geländeoberkante (GOK).

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

Wir weisen hiermit darauf hin, dass nur in Teilbereichen, bis Unterkante Aushub erkundet werden konnte. Des Weiteren ist somit die nach Eurocode 7 und DIN 4020 geforderte Erkundungstiefe von 2 m unter Gründungssohle nicht eingehalten. Aufgrund der geplanten Maßnahme sehen wir weitere Erkundungen als nicht wirtschaftlich an und empfehlen daher eine Baubegleitende geotechnische Betreuung durch Baugrundabnahmen.

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

Die Höhen wurden von der Vermessungsfirma Messpoint ermittelt.

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. Unter Lockergesteinen (weichselzeitlicher Löß, Lößlehm, Lößderivate, lößdmonierte Fließerden) stehen des Festgesteine des Unteren Keupers und des Grenzdolomits.

Der Unterer Keuper besteht aus olivgrauen bis grüngrauen, rötlichen Tonsiltsteinen und Mergelsteinen sowie z.T. schillführenden, dichten bis zelligen, bankigen bis plattigen, ockerfarbenen, hellgrauen bis gelbgrauen, graublauen Kalksteinen und Dolomitsteinen und z.T. stark siltigen, glimmerreichen Sandsteinen.

Der Grenzdolomit wird von schillführenden, fossilreichen, z.T. oolithischen bis onkolithischen, dichten bis zelligen, plattigen bis bankigen, ockergelben, hellgrauen bis gelbgrauen, graublauen Dolomitsteinen und grauen bis gelbgrünen Mergelsteinen und Tonsiltsteinen gebildet.

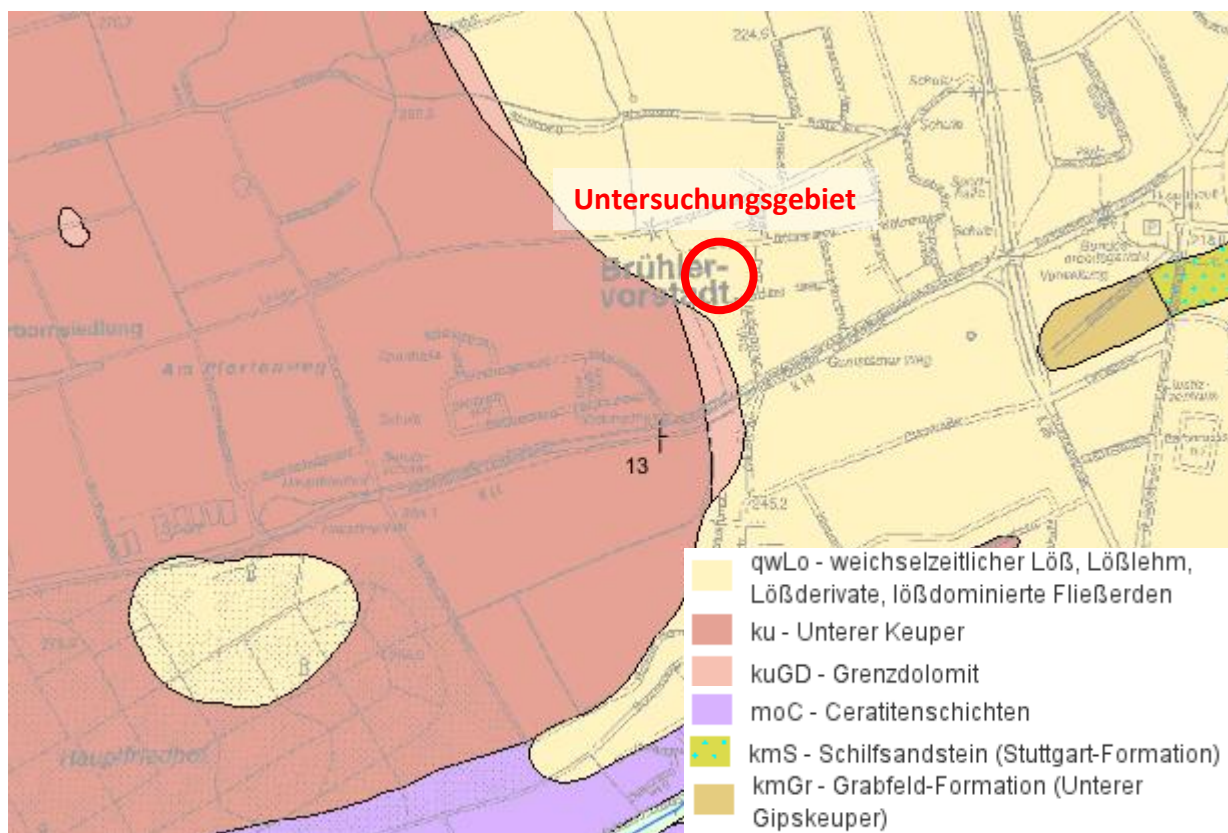


Abbildung 2: Übersicht Geologie (eingenordet, ohne Maßstab; ©TLUBN-Kartendienst).

Erdfall-/Senkungsgefährdung

Gemäß der Ingenieurgeologischen Karte der Auslaugungserscheinungen [U 6] ist der Standort dem Subrayon B-a-I zuzuordnen, d. h., dass Auslaugungserscheinungen auf Grund der geologischen Situation nicht zu erwarten sind.

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 in Bodenluft (90. Perzentil Prognose)" des Bundesamtes für Strahlenschutz, im Gebiet mit einer Konzentration von geschätzten 50.000 bis 100.000 Bq/m³.

Das Radonpotential liegt, entsprechend dem Bundesamt für Strahlenschutz, bei 24,2.

Das Stadtgebiet ist nicht als Radonvorsorgegebiet ausgewiesen.

Die o.g. 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 Bauwerksabdichtung können dem Radon-Handbuch Deutschland (Hrsg. Bundesamt für Strahlenschutz) sowie der DIN TS 18117-1:2021-09 entnommen werden.

2.3 Baugrundverhältnisse

Der Baugrund lässt sich im Aufschlussbereich zusammenfassend als ein 6-Schichtsystem beschreiben.

Tabelle 1: Übersicht der Schichten.

Schicht	Bodenart		Schichtuntergrenze [m u. GOK]	Aufschluss
1	Oberboden		0,2 bis 0,5	RKS 1 bis RKS 16
2	Auffüllung		0,4 bis 4,4	RKS 14 bis RKS 16
3	a	Lößlehm	0,8 bis 1,2	RKS 1, RKS 3 bis RKS 5, RKS 13 und RKS 15
	b	Löß	≥ 2,6 bis ≥ 5,0	RKS 1 bis RKS 13, RKS 15 und RKS 16
4	Hanglehm		3,3	RKS 16
5	Auelehm		4,1	RKS 16
6	Tonstein, zersetzt		≥ 4,0 bis ≥ 5,0	RKS 2, RKS 3, RKS 6, RKS 9 bis RKS 12, RKS 14

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 die Zustandsgrenzen nach DIN 18122 herangezogen. Die genauen Ergebnisse sind der Anlage **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zu entnehmen.

Eine chemische Beurteilung der Erdstoffe der Schichten 2, 3b und 6 erfolgt in dem Bericht zur Abfallcharakterisierung S23-019.

Schicht 1: Oberboden

Als Geländedeckschicht steht ein ca. 0,2 m bis 0,5 m mächtiger **Oberboden** an.

In Abhängigkeit der Vornutzung der Fläche ist dieser anthropogen umgelagert.

Tabelle 2: Geotechnische Klassifizierung der Schicht 1: Oberboden.

Parameter	Klassifizierung
Bodenart	Oberboden Schluff, schwach sandig bis sandig, schwach tonig, org. Beimengung, schwach kiesig
Bodengruppen (DIN 18196)	[OH]
Färbung	dunkelbraun
Plastizität	leichtplastisch
Lagerungsdichte (anhand Bohrfortschritt)	locker
Konsistenz	steif
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit	groß
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB 17)	F 3
Durchlässigkeitsbeiwert k_f^A	$\leq 10^{-5}$ m/s

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

Schicht 2: Auffüllung

Unterhalb des Oberbodens steht bei RKS 14 bis RKS 16 eine Auffüllung mit Mächtigkeiten von 0,3 m bis 4,3 m an.

Im Bereich der RKS 14 besteht die Auffüllung aus Material, das für die Hinterfüllung des nahegelegenen Schachtes verwendet wurde. Dieser Schacht ist 4,45 m tief, was in engem Zusammenhang mit der Tiefe der angetroffenen Auffüllung steht.

Als Fremdbestandteile wurden Ziegel- und Kohlereste 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 bindigen Bestandteile lagen zum Zeitpunkt der Baugrunderkundung in einer steifen bis halbfesten Zustandsform vor.

Tabelle 3: Geotechnische Klassifizierung der Schicht 2: Auffüllung.

Parameter	Klassifizierung
Bodenart	Auffüllung Schluff, schwach sandig bis sandig, schwach kiesig bis kiesig Fremdbestandteile: Kohle- und Ziegelreste
Bodengruppen (DIN 18196)	[TL, TM]
Färbung	braun, grau, rot, hellbraun
Plastizität	leicht- bis mittelplastisch
Konsistenz	steif bis halbfest
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit	groß bis mittel
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB 17)	F 3
Verdichtbarkeitsklasse (ZTV A-StB 12)	V 3
Bodengruppen (ATV-DVWK-A 127)	G 4
Durchlässigkeitsbeiwert k_f^A	10^{-10} m/s bis 10^{-7} m/s

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

Schicht 3: Lößderivate

Unterhalb folgen bei RKS 1, RKS 3 bis RKS 5, RKS 13 und RKS 15 **Lößlehme** mit Mächtigkeiten von 0,4 m bis zu 0,8 m sowie bei RKS 1 bis 13, RKS 15 und RKS 16, **Löß** mit Mächtigkeiten von 0,9 m bis 3,8 m.

Die erkundeten Lößderivate sind aufgrund der Korngrößenzusammensetzung als sehr bewegungs- und wasserempfindlich einzustufen. Insbesondere bei Wasserzutritt unter dynamischer Beanspruchung (Befahren, Rammen, Verdichten) kann dieser seinen Zustand ungünstig verändern und zum Fließen sowie Walken neigen.

Tabelle 4: Geotechnische Klassifizierung der Schicht 3a: Lößlehm.

Parameter	Klassifizierung
Bodenart	Lößlehm Schluff, sandig, schwach tonig, schwach kiesig
Bodengruppen (DIN 18196)	TL, TM
Färbung	braun
Plastizität	leicht plastisch
Konsistenz	steif Schlagzahlen DPH N_{10} = 1-4
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit	groß
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB 17)	F 3
Verdichtbarkeitsklasse (ZTV A-StB 12)	V 3
Bodengruppen (ATV-DVWK-A 127)	G 4
Durchlässigkeitsbeiwert k_f^A	10^{-9} m/s bis 10^{-7} m/s

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

Tabelle 5: Geotechnische Klassifizierung der Schicht 3b: Löß.

Parameter	Klassifizierung
Bodenart	LÖß Schluff, schwach sandig bis sandig, schwach tonig, sehr schwach kiesig bis schwach kiesig
Bodengruppen (DIN 18196)	TL
Färbung	hellbraun
Plastizität	leicht bis mittel plastisch
Konsistenz	steif bis fest Schlagzahlen DPH N_{10} = 0-14
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit	groß bis mittel
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB 17)	F 3
Verdichtbarkeitsklasse (ZTV A-StB 12)	V 3
Bodengruppen (ATV-DVWK-A 127)	G 4
Durchlässigkeitsbeiwert k_f^A	10^{-10} m/s bis 10^{-7} m/s

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

Schicht 4: Hanglehm

Unterhalb der Auffüllung folgen bei RKS 16 **Hanglehme** mit einer Mächtigkeit von 2,1 m.

Tabelle 6: Geotechnische Klassifizierung der Schicht 4: Hanglehm.

Parameter	Klassifizierung
Bodenart	Hanglehm Schluff, sandig, schwach tonig, sehr schwach kiesig
Bodengruppen (DIN 18196)	TL
Färbung	braun
Plastizität	leichtplastisch
Konsistenz	steif
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit	groß
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB 17)	F 3
Verdichtbarkeitsklasse (ZTV A-StB 12)	V 3
Bodengruppen (ATV-DVWK-A 127)	G 4
Durchlässigkeitsbeiwert k_f^A	10^{-9} m/s bis 10^{-7} m/s

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

Schicht 5: Auelehm

An die Hanglehme schließen bei RKS 16 **Auelehme** mit einer Mächtigkeit von 0,8 m an.

Tabelle 7: Geotechnische Klassifizierung der Schicht 5: Auelehm.

Parameter	Klassifizierung
Bodenart	Auelehm Schluff, tonig, org. Beimengung
Bodengruppen (DIN 18196)	OU/TM
Färbung	dunkelbraun, schwarz
Plastizität	mittelplastisch
Konsistenz	weich
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit	groß bis mittel
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB 17)	F 2
Bodengruppen (ATV-DVWK-A 127)	G 4
Durchlässigkeitsbeiwert k_f^A	10^{-11} m/s bis 10^{-9} m/s

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

Schicht 6: Tonstein, zersetzt

Die Festgesteine des Unteren Keupers, in Form des Tonsteins, wurden in 8 Bohrungen bis zur Endteufe von 4,0 m bis 5,0 m angeschnitten. Bei RKS 12 wurde vermutlich Tonstein angeschnitten, es war jedoch aufgrund der Festigkeit nicht möglich, mit der Bohrung an der Basis voranzukommen, um die Schicht fachlich eindeutig zu charakterisieren.

Bodenmechanisch lässt sich der zersetzte Tonstein, aufgrund des hohen Zersetzungsgrad, als mittelplastischer Ton beschreiben.

Oberhalb liegen sie in einem zersetzten Zustand vor. Nach unten nimmt der Grad der Verwitterung ab und die Festigkeit weiter zu. Die Verwitterte oder frische Festgesteine wurden nicht angeschnitten. Im Rahmen der Gründungsarbeiten (v. a. bei der Gründung der Tiefgarage) ist der Anschnitt eines geringer verwitterten Tonsteins **zu erwarten**.

Tabelle 8: Geotechnische Klassifizierung der Schicht 6: Tonstein, zersetzt.

Parameter	Klassifizierung
Bodenart	Tonstein, zersetzt
Kurzform (DIN 4023:2006-02); Bodengruppe (DIN 18196:2011-05)	Tst; TM
Färbung	rotgrau, grau
Konsistenz	halbfest bis fest
Plastizität	mittelplastisch
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit	groß bis mittel
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB 17)	F 3
Verdichtbarkeitsklasse (ZTV A-StB 12)	V 3 ^B
Bodengruppen (ATV-DVWK-A 127)	G 4 ^B
Veränderlichkeit in Wasser (DIN EN 14689-1)	stark veränderlich
Durchlässigkeitsbeiwert k_f ^A	10^{-9} m/s bis 10^{-7} 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

Wasser wurde bei keinem der durchgeführten Aufschlüsse angeschnitten.

Die Hydrogeologische Übersichtskarte (HÜK 200) bzw. das landesweite Strömungsmodell im Maßstab 1:50.000 (HK 50) gibt einen berechneten Mittleren Grundwasserflurabstand von 3 bis 14 m an. Dabei handelt es sich um Schicht- sowie Kluftgrundwasser auf und im Tonstein. Exakte Angaben über höchstmögliche Wasserstände liegen nicht vor und können nur an Grundwassermessstellen ermittelt oder bei der zuständigen Behörde abgefragt werden. Der HGW ist auf etwa 1 m über Tonsteinanschnitt anzusetzen.

Aktive Schicht- oder Grundwasserhorizonte konnten im Zuge der Geländearbeiten nicht festgestellt werden. Laut Aussagen der Gartennutzer, lag bis vor ein paar Jahren ein aktiver wasserführender Horizont bei etwa 3 m unter GOK vor. Dieser sei mit dem Neubau oberhalb des Untersuchungsstandortes versiegt. Es würde nur noch temporär Wasser in deren Brunnen stehen.

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. Aufgrund der Hanglage ist verstärkt mit Schicht- und Stauwasserbildungen zu rechnen.

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 stark eingeschränkt. Ursache der schlechten Durchlässigkeit sind die Lößderivate und der Tonstein, welche als Wassergeringleiter fungieren und in einem unbekanntem Maße dazu führen, dass eine Versickerung komplett verhindert werden kann.

Es empfiehlt sich die Einleitung anfallenden Niederschlags- und Abwasser in das öffentliche Kanalsystem.

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 Bedingungen geeignet:

- Hanglage
- Wasserempfindlichkeit der Schichten
- Anschnitt von Schicht- oder Stauwasser möglich
- Erhöhte Radonkonzentration in Bodenluft (s. Abschnitt 2.2)
- kleinräumig differierende Untergrundverhältnisse in Bezug auf die Zusammensetzung, Lagerungsdichte, Konsistenz und Tragfähigkeit der Erdstoffe

3.1.2 Eignung der Baugrundsichten zur Gründung

Tabelle 9: Eignung der Baugrundsichten zur Gründung.

Schicht	Bodenart	Eignung als Gründungsschicht
1	Oberboden	nicht geeignet
2	Auffüllung	nicht geeignet
3	Hanglehm	<u>geeignet</u> bzw. bei geringen Konsistenzen ggf. nur nach einer zusätzlichen Baugrundstabilisierung
4	Auelehm	<u>geeignet</u> bzw. bei geringen Konsistenzen ggf. nur nach einer zusätzlichen Baugrundstabilisierung
3	Lößderivate	<u>geeignet</u> bzw. bei geringen Konsistenzen ggf. nur nach einer zusätzlichen Baugrundstabilisierung
6	Tonstein, zersetzt	<u>geeignet</u> bzw. bei geringen Konsistenzen ggf. nur nach einer zusätzlichen Baugrundstabilisierung

3.2 Empfehlungen zur Gründung

3.2.1 Gründungsart & Gründungstiefe

Für die geplante Bebauung liegen folgende Höhenkoten vor:

	OK FFB EG [m NHN]	Aufschlüsse	Einbindetiefe OK FFB EG in Gelände [m u. GOK]
Hanghäuser	235,00	RKS 7, 9-12 DPH 3 & 4	0,36 bis 3,77
Gartenhäuser	231,50	RKS 4-6 und 8	1,17 bis 2,68
Talhäuser	228,00	RKS 1-3 und 13 DPH 1 & 2	2,28 bis 3,6
Tiefgarage	227,50	RKS 3-5	4,1 bis 5,3

Bei der Gründung ist darauf zu achten, dass diese auf einem Erdstoff mit annähernd gleichen Tragfähigkeitseigenschaften zu erfolgen hat. Nach den beschriebenen Baugrundverhältnissen wäre dies der **Löß (Schicht 3b)** und der zersetzten **Tonstein (Schicht 6)**.

Stahlbetongründungsplatte

Die Bauwerklasten werden über eine **Stahlbetongründungsplatte** in den Untergrund eingetragen. Die Gründung erfolgt nach derzeitiger Annahme talseitig auf dem Löß (Schicht 3b) sowie auf dem zersetzten Tonstein (Schicht 6) auf der Hangseite.

Unter der Gründungsplatte ist eine mindestens 10 cm dicke Sauberkeitsschicht aus Beton einzubauen. Da die Gründungsschichte wasserempfindlich sind und bei Wasserzutritt zum Aufweichen neigen, ist eine Sohldrainage/Polsters nicht empfehlenswert.

Aufgrund der Einbindetiefe der Häuser ist die Frostsicherheit von 1,0 m u. GOK nur auf der Hangseite gewährleistet. Auf der Tal- bzw. Straßenseite ist es erforderlich eine Frostschräge bzw. Streifenfundament mit einer Einbindetiefe von mind. 1,0 m unter endgültigem Gelände anzulegen.

Im Anschluss von den Gartenhäusern zur Tiefgarage bzw. BHKW-Raum ist die Lastabtragung über Streifenfundamente zu empfehlen. Diese ist in Richtung der Tiefgarage abzutreten. Da sich die Gründungstiefen unterscheiden, sind beim Einbau der Streifenfundamente Stufen einzuplanen, welche eine Höhe von maximal 0,50 m nicht überschreiten dürfen.

Streifenfundamente

Alternativ können die Bauwerklasten über **Streifenfundamente** in den Untergrund eingetragen werden.

Die Gründung erfolgt, wie zuvor beschrieben, auf dem Löß und auf dem zersetzten Tonstein (Schicht 3b und 6). Dabei ist zu beachten, dass die Fundamente die Gründungsschicht sauber (mind. 0,3 m) anschneiden. Der Oberboden ist vollständig zu durchstoßen.

Eine frostsichere Einbindung der umlaufenden Fundamente von mindestens 1,0 m unter Oberfläche endgültigem Gelände ist zu gewährleisten.

Bei der Gründung der Gartenhäuser sind die Streifenfundamente in Richtung der Tiefgarage bzw. BHKW-Raum abzutrepfen. Da sich die Gründungstiefen unterscheiden, sind beim Einbau der Streifenfundamente Stufen einzuplanen, welche eine Höhe von maximal 0,50 m nicht überschreiten dürfen.

Allgemeine Hinweise

Die Gründungssohle sollte durch einen Baugrundsachverständigen abgenommen werden. Sie ist auf ihre Gleichmäßigkeit und mögliche Schwachstellen zu prüfen, ggf. werden Tiefergründungen notwendig.

Die Schacht- und Betonierarbeiten haben eine Einheit zu bilden und sind unmittelbar nacheinander auszuführen. Die Gründungssohle ist gegen Witterungseinflüsse zu schützen, z. B. durch den sofortigen Einbau der Gründung.

Sollten sich örtlich von der ermittelten Schichtung abweichende Schichtenfolgen während des Aushubs ergeben, so ist mit unserem Büro Rücksprache zu halten. Unser Büro steht Ihnen nach Absprache für eine Abnahme der Gründungssohle sowie Verdichtungs- und Tragfähigkeitsprüfungen zur Verfügung.

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 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
3	Lößderivate	Bk. 4-5 ^B
4	Hanglehm	Bk. 4 ^B
5	Auelehm	Bk. 4
6	Tonstein, zersetzt	Bk. 4-5/6 ^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.

Es ist darauf hinzuweisen, dass es zu erschwerter Lösbarkeit des verwitterten Festgesteins kommen kann. Wir empfehlen entsprechende und zudem erschütterungsarme Lösetechniken zu wählen.

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 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, C}			
1	Oberboden	-	-	-	-	LA 1
2	Auffüllung	EA _{LL} 1	EA _{EV} 1	BA 1	RA 1	-
3	Lößderivate	EA _{LL} 2	EA _{EV} 2	BA 2	RA 2	-
4	Hanglehm					
5	Auelehm	EA _{LL} 3	EA _{EV} 3			-
3	Tonstein, zersetzt	EA _{LL} 4	EA _{EV} 4	BA 3	RA 3	-

^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.

Die detaillierte Einteilung der Homogenbereiche mit Angabe der Eigenschaften und Kennwerte sowie der sich ergebenden Bandbreiten sind der Anlage A 44 zu entnehmen.

4.3 Verwendbarkeit des Aushubs

Tabelle 12: Verwendbarkeit des Aushubs.

Schicht	Bodenart	Eignung als				
		Kulturboden	Gelände- regulierung unbelasteter Flächen	Boden- austausch	Bauwerks- hinter- füllung	Leitungs- graben- verfüllung
1	Oberboden	✓	✓	x	x	x
2	Auffüllung	x	✓	x	✓	✓
3	Lößderivate	x	✓	x	✓	✓
4	Hanglehm	x	✓	x	✓	✓
5	Aueton	x	✓	x	x	✓
6	Tonstein, zersetzt	x	✓	x	✓	✓

x = ungeeignet, ✓ = geeignet, (✓) = bedingt geeignet

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 S23-019).

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 13: Böschungswinkel.

Schicht	Kurzbeschreibung	Böschungswinkel β [°]
1	Oberboden	≤ 45
2	Auffüllung	≤ 45
3	Lößderivate	≤ 60 (\geq steif) ≤ 45 ($<$ steif)
4	Hanglehm	≤ 60 (\geq steif) ≤ 45 ($<$ steif)
5	Auelehm	≤ 30 (\leq weich)
6	Tonstein, zersetzt	≤ 60 (\geq steif) ≤ 45 ($<$ steif)

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.

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 (z. B. Trägerbohlverbau, vernagelte Spritzbetonwand, Bohrpfahlwand) 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.

Bei der Baugrubenplanung sind neben der Einbindetiefe die Grundwasserstände, Höchstwasserstände, Schichtwasseranschnitte, Wasserhaltung und Verbauart zu berücksichtigen.

4.5 Verkehrsflächen

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

Tabelle 14: Anzunehmende Frostepfindlichkeitsklasse und Tragfähigkeit je Schicht.

Schicht	Bodenart	Frostepfindlichkeitsklasse	geforderte Tragfähigkeitswerte nach Verdichtung von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ (RStO 12 und ZTV E-StB 17)
2	Auffüllung	F 3	<u>nicht</u> erreichbar, Bodenaustausch min. 20 cm
3	Lößderivate	F 2 bis F 3	<u>nicht</u> erreichbar, Bodenaustausch min. 20 cm
4	Hanglehm	F 3	<u>nicht</u> erreichbar, Bodenaustausch min. 20 cm

Für die Festlegung der Mehr- oder Minderdicken (Tabelle 7 in RStO 12) des Aufbaus können die in Tabelle 15 genannten Werte verwendet werden. Alle Angaben sind vom zuständigen Fachplaner gegenzuprüfen.

Tabelle 15: Mehr- oder Minderdicken für die Gesamtdicke des frostsicheren Oberbaus gemäß RStO 12.

Örtliche Verhältnisse		Mehr- oder Minderdicke [cm]
Frosteinwirkung	Zone II	+ 5
Kleinräumige Klimaunterschiede	ungünstige Klimaeinflüsse durch Nordhang	+ 5
Wasserverhältnisse im Untergrund	kein Grund- und Schichtenwasser bis in eine Tiefe von 1,5 m unter Planum	0
Lage der Gradienten	Geländehöhe bis Damm $\leq 2,0$ m	0
Entwässerung	Entwässerung der Fahrbahn über Mulden, Gräben bzw. Böschungen	0
Mehr- bzw. Minderdicke insgesamt		+ 10

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.

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.

Nach derzeitiger Kenntnis ist zu Zeiten ungünstiger Wasserstände, 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.

Ggf. erforderliche Wasserhaltungsmaßnahmen sind entsprechend des Bauablaufplanes in Verbindung mit den Gründungstiefen und 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.

4.7 Bauwerksabdichtung und Bauwerkshinterfüllung

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

Eine Abdichtung ist gemäß Wassereinwirkungsklasse W 2.1-E (drückendes Wasser bis 3 m Wassersäule) oder W 2.2-E (drückendes Wasser über 3 m Wassersäule) anzuwenden.

Die maßgebende Wassereinwirkungsklasse, Abdichtungsbauart sowie die Rissklasse, Rissüberbrückungsklasse, Raumnutzungsklasse und Zuverlässigkeitsanforderungen nach DIN 18533-1 sind vom Fachplaner festzulegen.

Alternativ zu einer Abdichtung nach DIN 18533-1 kann auch eine Abdichtung nach der **WU-Richtlinie** des DAfStB (wasserundurchlässigen Beton mit Rissweitenbeschränkung) erfolgen. Hierbei ist jedoch die Wasserdampfdiffusion durch den WU-Beton zu beachten.

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.

Hinter- und Verfüllungen haben mit gemischtkörnigen Materialien mit einem k_f -Wert $\leq 1 \cdot 10^{-6}$ m/s zu erfolgen, (z. B. Aushub Schicht 3 oder 6, Vorabsieb, Flüssigboden) um das konzentrierte Einsickern von Oberflächenwassern zu verhindern. Hierbei ist ein Verdichtungsgrad von $D_{pr} \geq 97\%$ einzuhalten. In Bereichen, in denen eine Oberflächenbefestigung oder Gründung auf Hinter-/Verfüllung vorgesehen ist, ist eine Verdichtung von $D_{pr} \geq 98\%$ und auf UK Tragschicht (= Erdplanum Verkehrsflächenaufbau) ein $E_{v2} \geq 45$ MN/m² zu erzielen. Wird diese nicht erfüllt, kann nach Rücksprache mit dem Gutachter/Planer ein zusätzlicher Einbau von Schotter-, Kies- oder Betonrecyclingmaterial erfolgen.

4.8 Weitere Hinweise

- Bei unterschiedlichen Gründungstiefen der Gründungskörper sind diese unter einem Winkel von $\beta \leq 30^\circ$ abzutreten.
- 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.
- 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 (plattige, bankige Lagen des Festgesteins) gerechnet werden, deren Beseitigung Mehraufwendungen verursachen kann.
- 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).
- Wird bei den Erdbauarbeiten unerwartet Grund- 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.
- 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.

5 Consulting und Qualitätsmanagement

Leistungsverzeichnis

Wir empfehlen die Mitarbeit bzw. Zusammenarbeit zwischen Planungsbüro und Baugrundgutachter beim Erstellen der Ausschreibung im Bereich Erd-/Tiefbauarbeiten. 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 Tiefgründung, Verkehrsflächen, etc. in Vorbereitung oder zur Überprüfung mitwirken.

Abfallmanagement

Wir empfehlen bei Maßnahmen ab 2.000 m³ bzw. 4.000 t Erdaushub ein Abfallmanagement durchzuführen. Dazu wird im Zuge der Ausschreibung der Erdarbeiten bzw. ausschreibungsvorbereitend ein Raster über die Baufeldfläche gelegt und mittels Schürfe die Erdstoffe je max. 1.000 t beprobt. Anschließend wird der Entsorgungsweg durch Abfragen bei Annahmestellen geklärt, festgelegt und kann im Zuge der Ausschreibung/Vergabe dem zukünftigen Tiefbauunternehmen vorgegeben werden. Somit können Nachträge, Mehrkosten oder Verzögerungen deutlich vermindert werden.

Da zum 01.08.2023 offiziell die Ersatzbaustoffverordnung bzw. Mantelverordnung (Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung) in Kraft tritt und damit die derzeit gültige LAGA M20 abgelöst wird, ist die Bedeutung eines Abfallmanagements umso wichtiger. Gerne können wir Ihnen für das Abfallmanagement ein, auf ihr Vorhaben angepasstes Angebot zukommen lassen.

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.

Gründungssohle

Eine Überwachung und Abnahme der Gründungssohlen ist zu empfehlen, um die Tragfähigkeit und die angenommenen Berechnungskennwerte, siehe Abschnitt 6 und 7, zu bestätigen.

Baugrubenplanung & Baugrubenberechnung

Die Planung der Baugrube und des Verbaus ist der wichtigste Schritt zur Realisierung einer Baumaßnahme. Mit der Verbau- und Baugrubenplanung erstellen wir für das jeweilige Projekt eine statisch und wirtschaftlich optimierte Lösung. Somit erhalten Sie eine Planung für eine gründungsfertige Baugrube für das Vorhaben.

Unser Büro steht Ihnen gerne für diese Planungsleistung zur Verfügung.

Bindemittelstabilisierung

Wir empfehlen vorab eine Eignungsprüfung und Ermittlung der Zugabemenge (Kalk und Zement) des Bindemittels an den geplanten Erdstoffen durchzuführen. Des Weiteren sollten vorab mehrere Probefelder angelegt werden, um diese Annahmen der Eignungsprüfung zu bestätigen. Somit können Kosten eingespart werden. Die Tragfähigkeitsanforderungen sind mittels statischen Plattendruckversuchen (DIN 18134) im Raster zu prüfen.

Forderung: Oberkante Bindemittelstabilisiertes Erdplanum $E_{v2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$.

Tragschicht Verkehrsflächen

Der lagenweise Einbau sollte mittels statischen Plattendruckversuchen (DIN 18134) im Raster geprüft werden.

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 der Tiefbauarbeiten / Verdichtungsarbeiten ist durch das Lösen / die Verbaumaßnahmen verstärkt mit Erschütterungen im Bereich der Bestandsbebauung zu rechnen.

Wir empfehlen baubegleitende Erschütterungsmessungen nach DIN 4150-3 oder zumindest 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 16: Übersicht der Bodenkennwerte.

Schicht	Bodenart		Zustand/ Lagerung	natürliche	Wichte	wirksamer	wirksame	Steife-
				Rohwichte	unter	Reibungs-	Kohäsion	modul
				$\gamma_k (\gamma)$ [kN/m ³]	Auftrieb $\gamma_k' (\gamma')$ [kN/m ³]	winkel $\phi_k' (\phi')$ [°]	$c_k' (c')$ [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 bis halbfest	19 (19-20)	9 (9-10)	24 (22-27)	7 (5-10)	-
3	a	Lößderivate	Lößlehm	19 (19-20)	9 (9-10)	24 (22-26)	6 (4-9)	10 (8-12)
			Löß	steif bis fest	19 (19-20)	9 (9-10)	26 (24-29)	6 (5-8)
4	Hanglehm		steif	19 (19-20)	9 (9-10)	23 (22-25)	5 (3-7)	12 (9-14)
5	Auelehm		weich	18 (17-19)	8 (8-9)	20 (18-21)	3 (2-4)	3 (1-4)
6	Tonstein, zersetzt		halbfest bis fest	20 (19-21)	11 (10-12)	25 (23-27)	11 (8-14)	18 (14-22)

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

7 Berechnung

7.1 Gründungsvariante: Stahlbetongründungsplatte

Berechnung mittels Steifezahlen

Die Bemessung der Bodenplatte hat vorzugsweise nach dem **Steifezahlverfahren** zu erfolgen.

Berechnung mittels Bettungsziffern

Für die Angabe des Bettungsmoduls^A werden die, mittels der Grundbruch- und Setzungsberechnung ermittelten, Bemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ und die Setzungen bei Gründung auf dem **Löß (Schicht 3b)** und auf dem **Tonstein (Schicht 6)** für vordefinierte Fundamentabmessungen zu Grunde gelegt (Die Bettungsmoduln sind nach Lastangabe durch Statik zu prüfen). Dabei wurden neben der Schichtenfolge, dem Bemessungsgrundwasserstand und o. g. Bodenkennwerten (Tabelle 16) die im Folgenden aufgeführten Berechnungsgrundlagen festgesetzt.

Tabelle 17: Berechnungsgrundlagen Stahlbetongründungsplatte.

Parameter		Wert
Normen		EC 7, DIN 1054, DIN 4017:2006
Grundbruchsicherheit	$\gamma_{R,v}$	1,4 (Teilsicherheitskonzept EC 7, BS-P ständige Bemessungssituation)
Setzungsbegrenzung	s	2,0 cm
Grenztiefe	p	20 %
Einbindetiefe		0 m u. GOK
Vorbelastung		0 kN/m ² (Einbindtiefe ≈ 0 m) 38 kN/m ² (Einbindtiefe ≈ 2 m) 57 kN/m ² (Einbindtiefe ≈ 3 m) 76 kN/m ² (Einbindtiefe ≈ 4 m) 95 kN/m ² (Einbindtiefe ≈ 5 m)
Auflast (Grundbruch)		10 kN/m ² (Hangseite und Tiefgarage) 0 kN/m ² (Straßenseite)
Fundamenteigenlast		0 kN/m ² (nicht berücksichtigt)

Tabelle 18: Bemessungswerte des Sohlwiderstands und Bettungsmodule für Stahlbetongründungsplatte bei Gründung der Hanghäuser (Straßenseite, Einbindtiefe ≈ 0 m) auf dem Löß (Schicht 3b).

Fundament a x b [m]	Bemessungswert des Sohlwiderstands	Setzung	Bettungsmodul
	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	s [cm]	k_s [MN/m ³]
1,0 x 1,0	190	0,56	24,0
1,0 x 10,0	165	0,94	12,5
10,0 x 10,0	125	2,0	4,0

(a – Fundamentlänge; b – Fundamentbreite; Bei kursiv geschriebenen Werten ist die Setzungsbeschränkung von 2,0 cm maßgebend.)

Tabelle 19: Bemessungswerte des Sohlwiderstands und Bettungsmodule für Stahlbetongründungsplatte bei Gründung der Hanghäuser (Hangseite, Einbindtiefe ≈ 3 m) auf dem zersetzten Tonstein (Schicht 6).

Fundament a x b [m]	Bemessungswert des Sohlwiderstands	Setzung	Bettungsmodul
	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	s [cm]	k_s [MN/m ³]
1,0 x 1,0	390	0,85	32,5
1,0 x 10,0	310	1,22	18,0
10,0 x 10,0	200	2,0	7,0

(a – Fundamentlänge; b – Fundamentbreite; Bei kursiv geschriebenen Werten ist die Setzungsbeschränkung von 2,0 cm maßgebend.)

Tabelle 20: Bemessungswerte des Sohlwiderstands und Bettungsmodule für Stahlbetongründungsplatte bei Gründung der Tiefgarage und der Hangseite der Talhäuser (Einbindtiefe ≈ 4 m) auf dem zersetzten Tonstein (Schicht 6).

Fundament a x b [m]	Bemessungswert des Sohlwiderstands	Setzung	Bettungsmodul
	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	s [cm]	k_s [MN/m ³]
1,0 x 1,0	390	0,77	36,0
1,0 x 10,0	310	1,06	20,5
10,0 x 10,0	225	2,0	8,0

(a – Fundamentlänge; b – Fundamentbreite; Bei kursiv geschriebenen Werten ist die Setzungsbeschränkung von 2,0 cm maßgebend.)

Tabelle 21: Bemessungswerte des Sohlwiderstands und Bettungsmodule für Stahlbetongründungsplatte bei Gründung der Tiefgarage und der Straßenseite der Gartenhäuser (Einbindtiefe \approx 5 m) auf dem zersetzten Tonstein (Schicht 6).

Fundament a x b [m]	Bemessungswert des Sohlwiderstands	Setzung	Bettungsmodul
	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	s [cm]	k_s [MN/m ³]
1,0 x 1,0	390	0,69	40,0
1,0 x 10,0	310	0,9	24,5
10,0 x 10,0	250	2,0	8,5

(a – Fundamentlänge; b – Fundamentbreite; Bei kursiv geschriebenen Werten ist die Setzungsbeschränkung von 2,0 cm maßgebend.)

Tabelle 22: Bemessungswerte des Sohlwiderstands und Bettungsmodule für Stahlbetongründungsplatte bei Gründung der Gartenhäuser (Hangseite, Einbindtiefe \approx 2 m) auf dem Löß (Schicht 3b).

Fundament a x b [m]	Bemessungswert des Sohlwiderstands	Setzung	Bettungsmodul
	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	s [cm]	k_s [MN/m ³]
1,0 x 1,0	350	0,89	28,0
1,0 x 10,0	285	1,31	15,5
10,0 x 10,0	175	2,0	6,0

(a – Fundamentlänge; b – Fundamentbreite; Bei kursiv geschriebenen Werten ist die Setzungsbeschränkung von 2,0 cm maßgebend.)

Tabelle 23: Bemessungswerte des Sohlwiderstands und Bettungsmodule für Stahlbetongründungsplatte bei Gründung der Talhäuser (Straßenseite, Einbindtiefe \approx 2 m) auf dem Löß (Schicht 3b).

Fundament a x b [m]	Bemessungswert des Sohlwiderstands	Setzung	Bettungsmodul
	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	s [cm]	k_s [MN/m ³]
1,0 x 1,0	190	0,39	34,5
1,0 x 10,0	165	0,6	19,5
10,0 x 10,0	150	2,0	5,0

(a – Fundamentlänge; b – Fundamentbreite; Bei kursiv geschriebenen Werten ist die Setzungsbeschränkung von 2,0 cm maßgebend.)

Um die Mitwirkung des Bodens am Plattenrand zu berücksichtigen, kann nach Abstimmung eine Anhebung des Bettungsmoduls für einen Plattenrandstreifen erfolgen.

8 Schlussbemerkungen

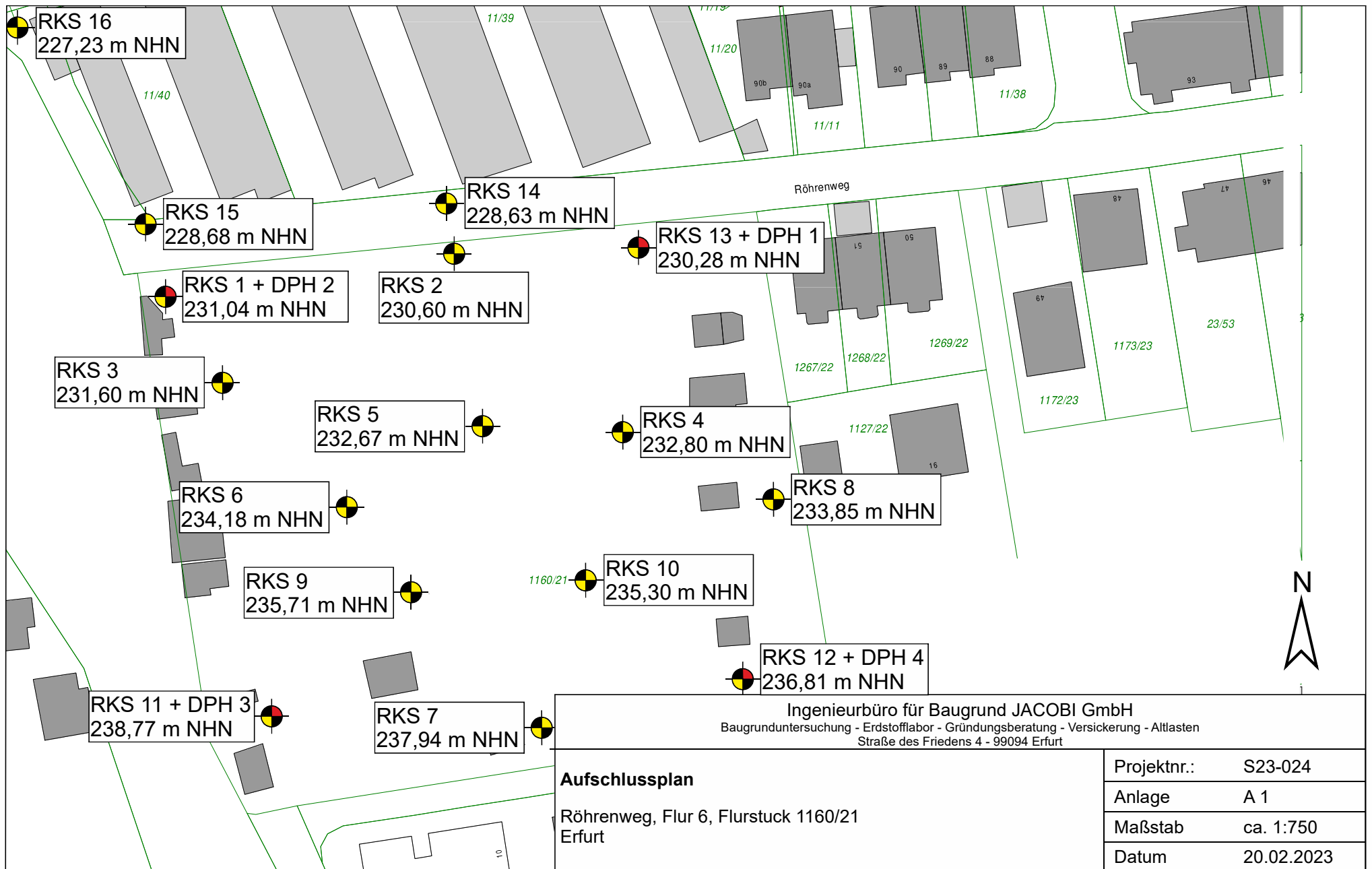
Insbesondere unter Berücksichtigung der geologischen Gesamtsituation ist darauf hinzuweisen, dass es sich bei den realisierten Erkundungen um Punktaufschlüsse handelt, weshalb Abweichungen von der erkundeten Bodenschichtung möglich sind. Sollten beim Erdaushub abweichende Bodenverhältnisse festgestellt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

Generell ist bei Baumaßnahmen auf anthropogen 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 natürlichen Erdstoffe (Schicht 2, 3b und 6) in dem Bericht zur Abfallcharakterisierung S23-019 vorgenommen.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen jederzeit gern zur Verfügung.



RKS 16
227,23 m NHN

RKS 15
228,68 m NHN

RKS 14
228,63 m NHN

RKS 13 + DPH 1
230,28 m NHN

RKS 1 + DPH 2
231,04 m NHN

RKS 2
230,60 m NHN

RKS 3
231,60 m NHN

RKS 5
232,67 m NHN

RKS 4
232,80 m NHN

RKS 8
233,85 m NHN

RKS 6
234,18 m NHN

RKS 9
235,71 m NHN

RKS 10
235,30 m NHN

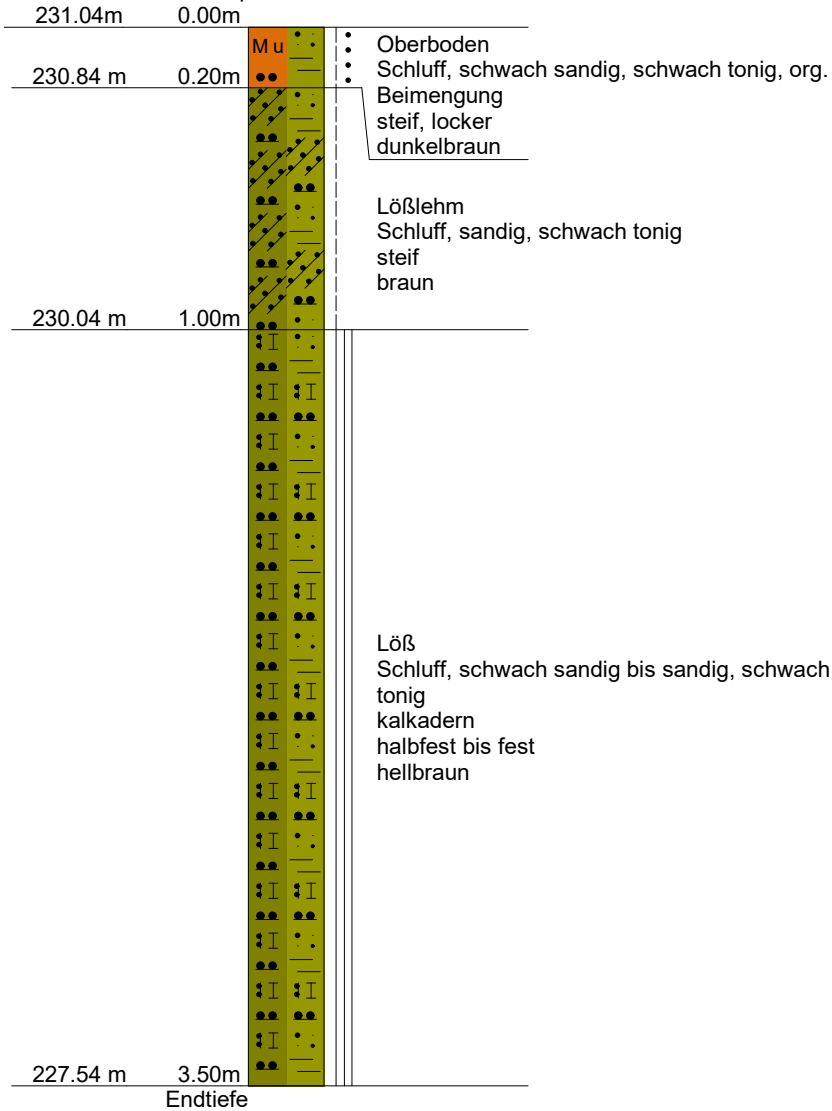
RKS 12 + DPH 4
236,81 m NHN

RKS 11 + DPH 3
238,77 m NHN

RKS 7
237,94 m NHN

RKS 1

Ansatzpunkt: 231.04 m



[OH]

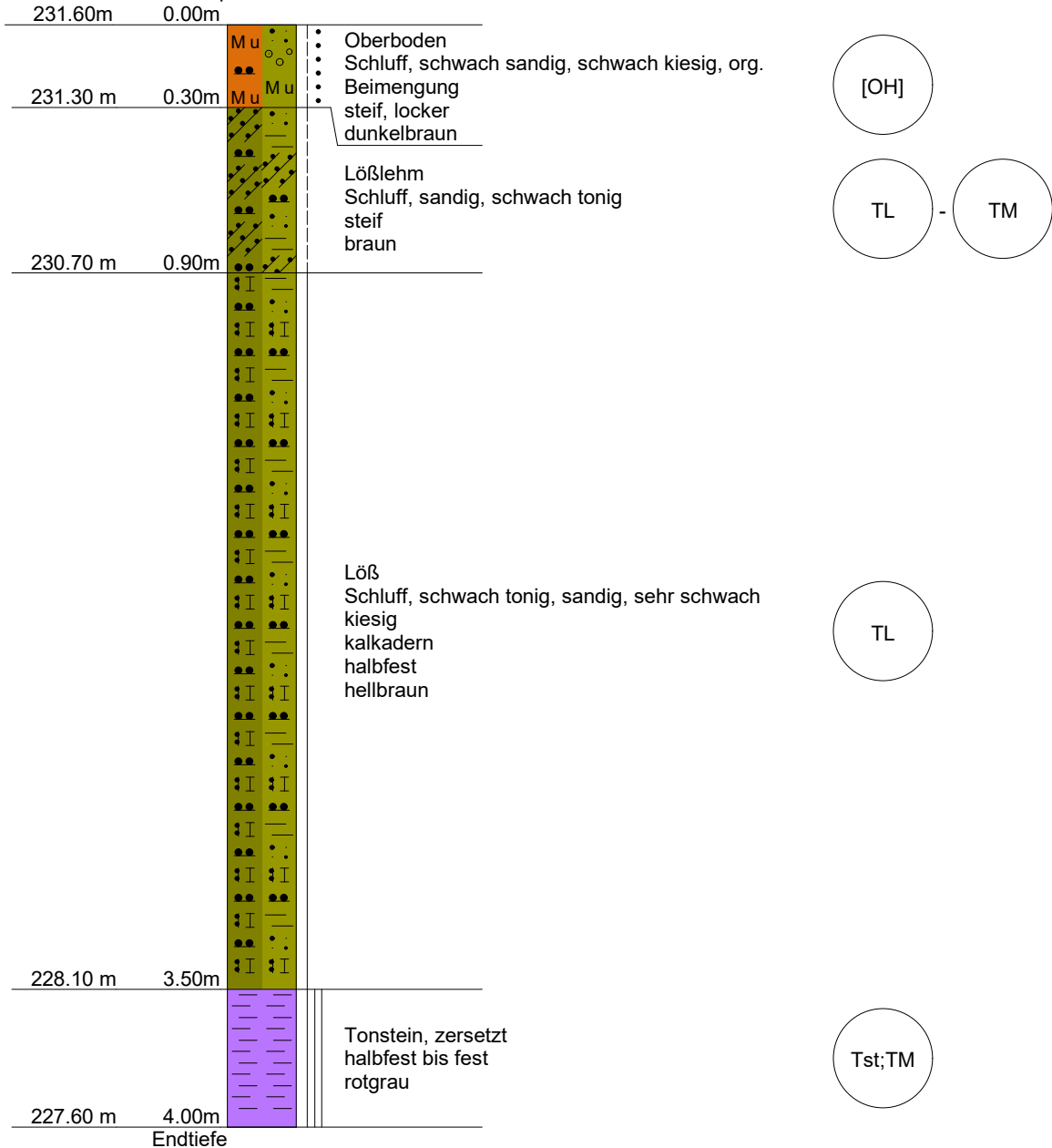
TL - TM

TL

kein Grundwasser angetroffen
Abbruch am Basis nicht mehr rambar

RKS 3

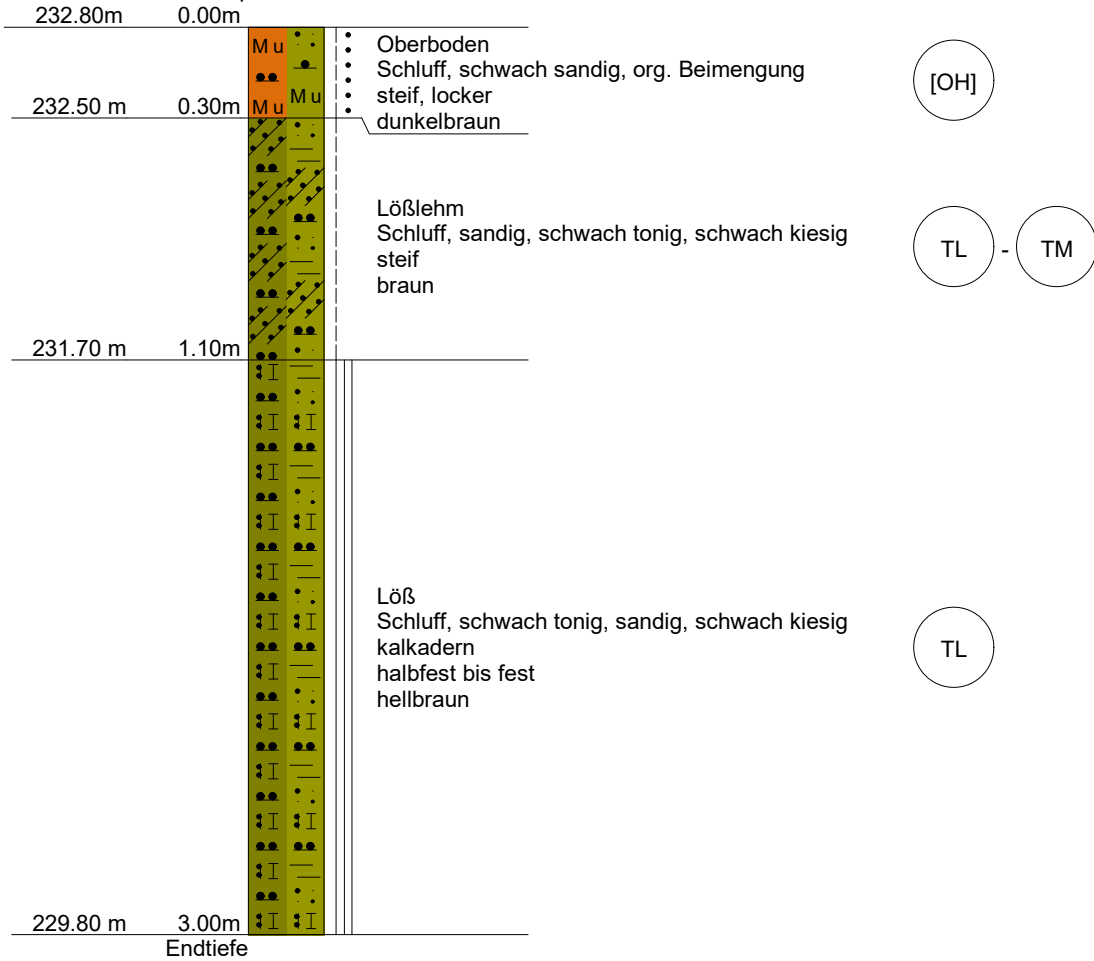
Ansatzpunkt: 231.60 m



kein Grundwasser angetroffen
Abbruch am Basis nicht mehr rammbaar

RKS 4

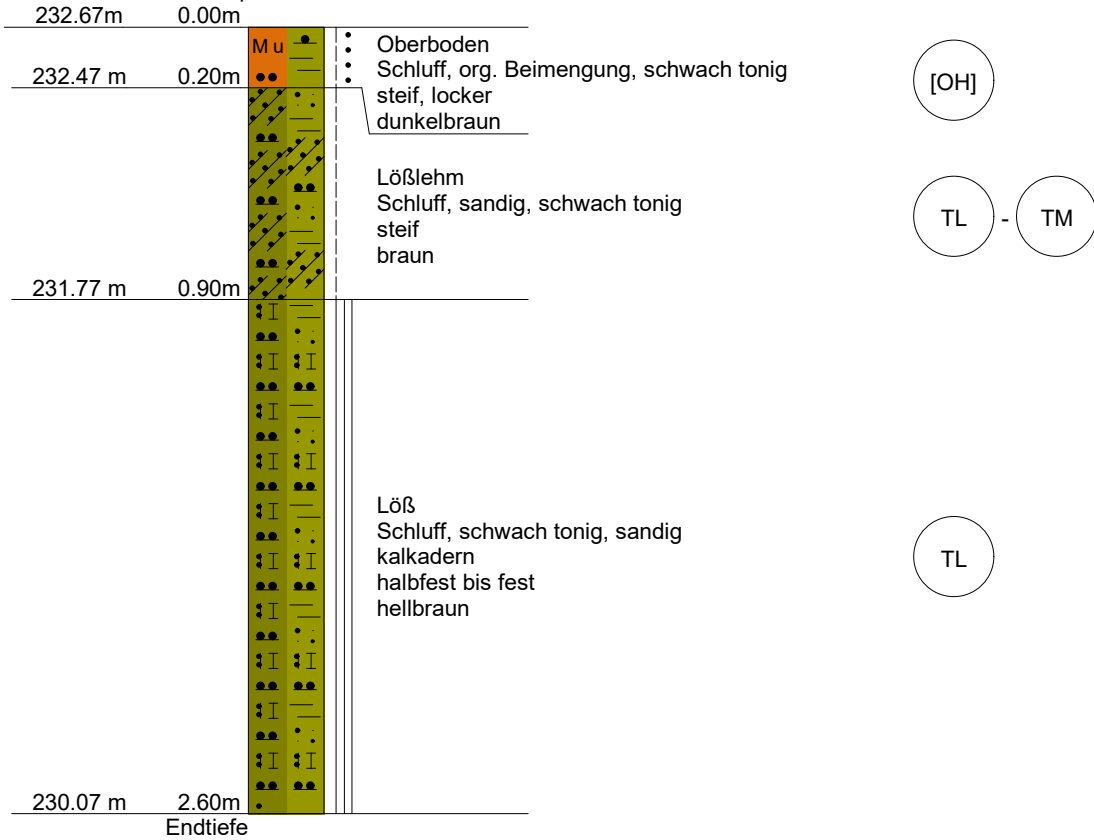
Ansatzpunkt: 232.80 m



kein Grundwasser angetroffen
Abbruch am Basis nicht mehr rammbaar

RKS 5

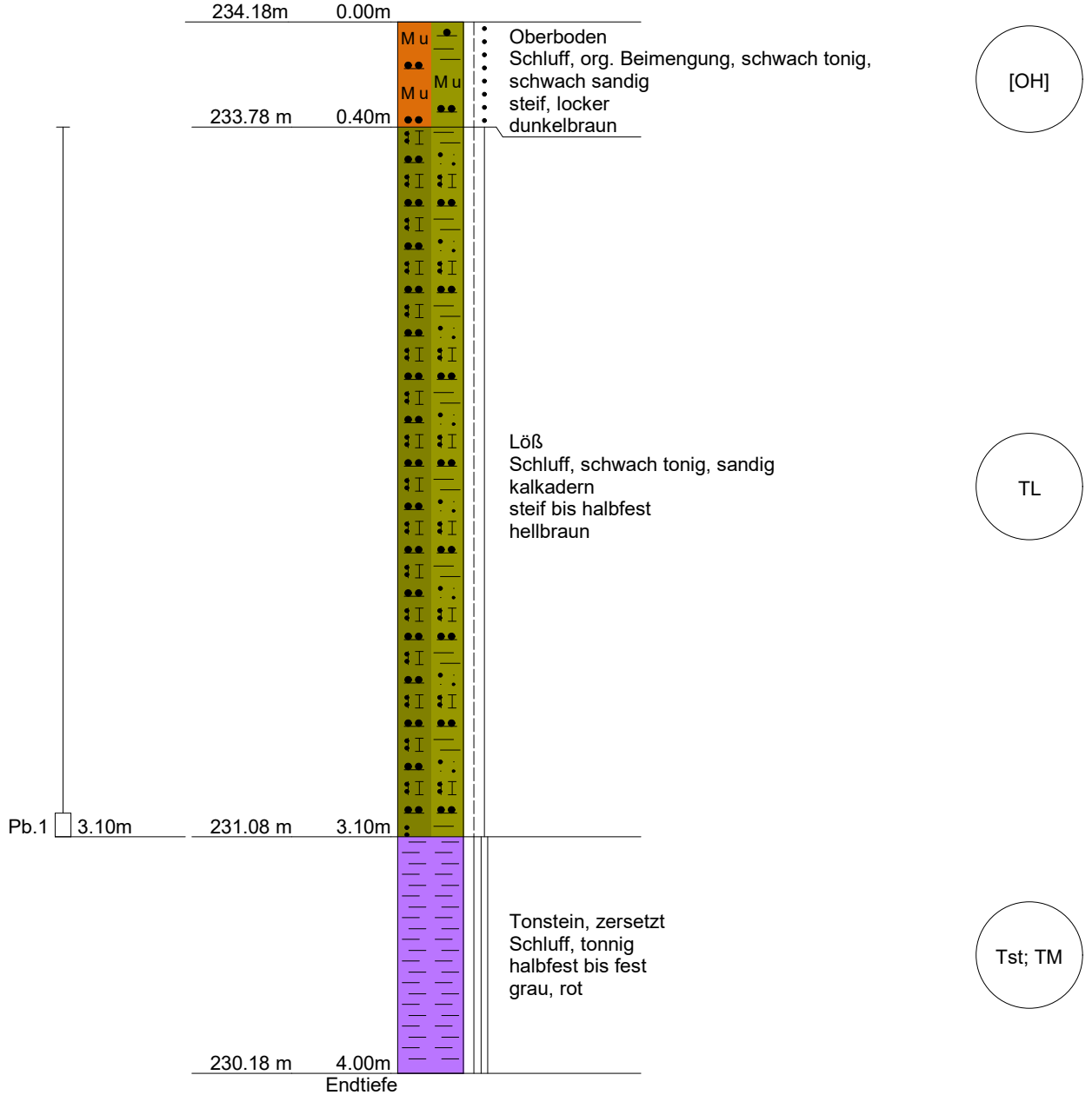
Ansatzpunkt: 232.67 m



kein Grundwasser angetroffen
Abbruch am Basis nicht mehr rammbaar

RKS 6

Ansatzpunkt: 234.18 m

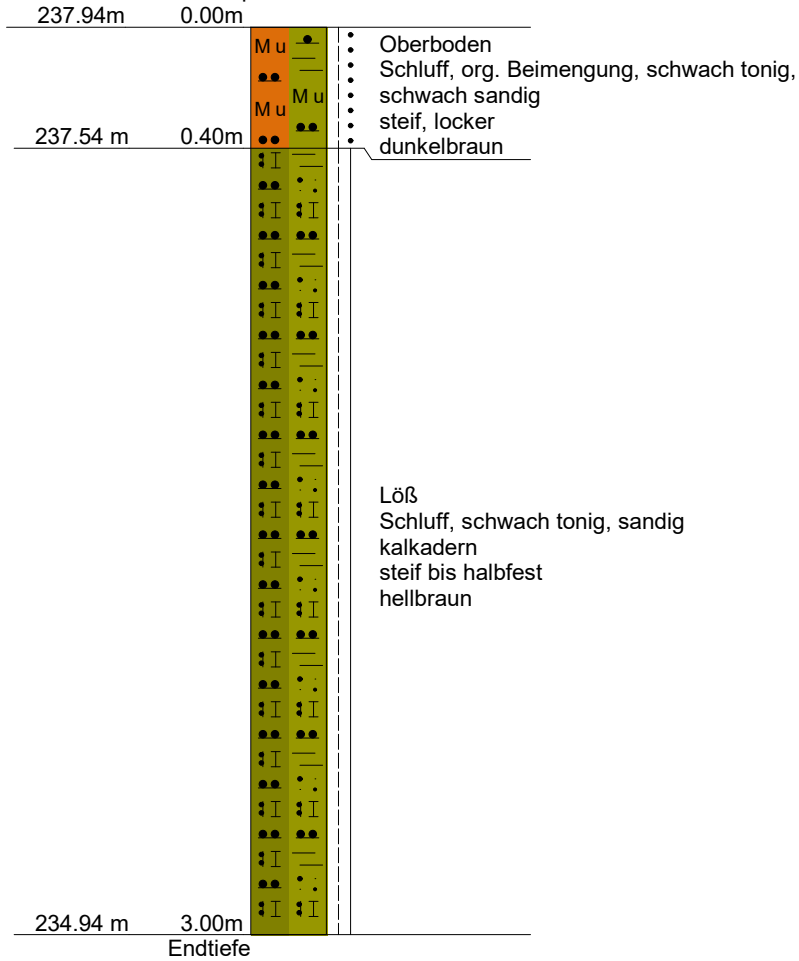


Pb.1 3.10m

kein Grundwasser angetroffen
Abbruch am Basis nicht mehr rammbaar

RKS 7

Ansatzpunkt: 237.94 m



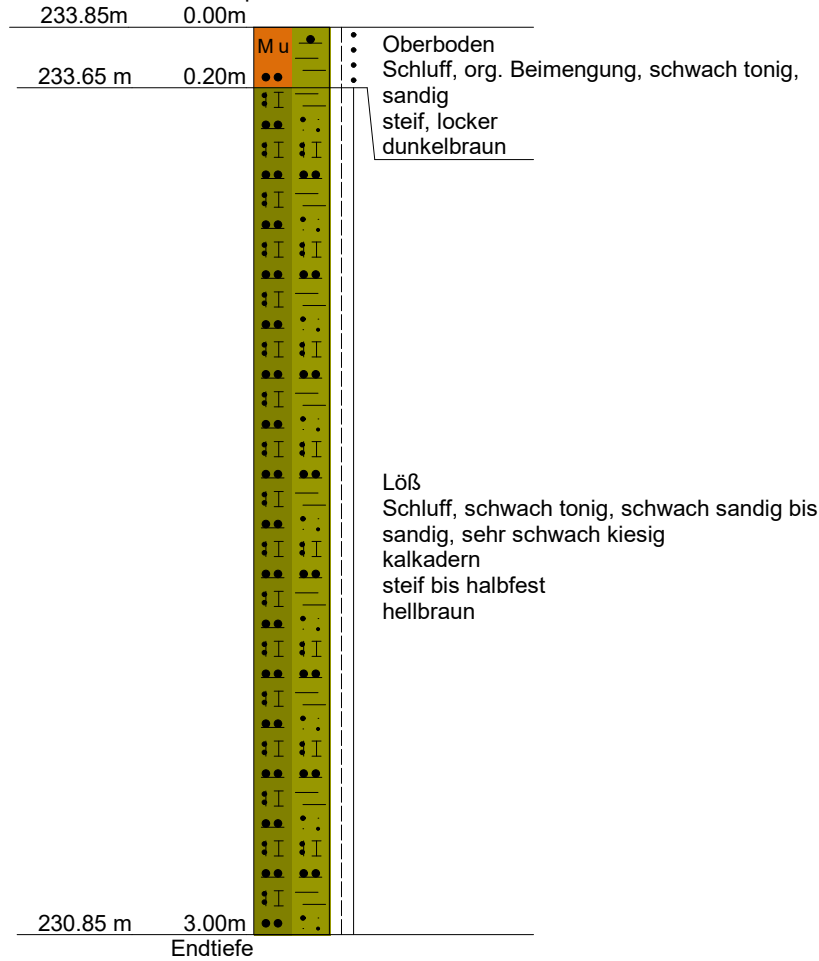
[OH]

TL

kein Grundwasser angetroffen
Abbruch am Basis nicht mehr rammbaar

RKS 8

Ansatzpunkt: 233.85 m



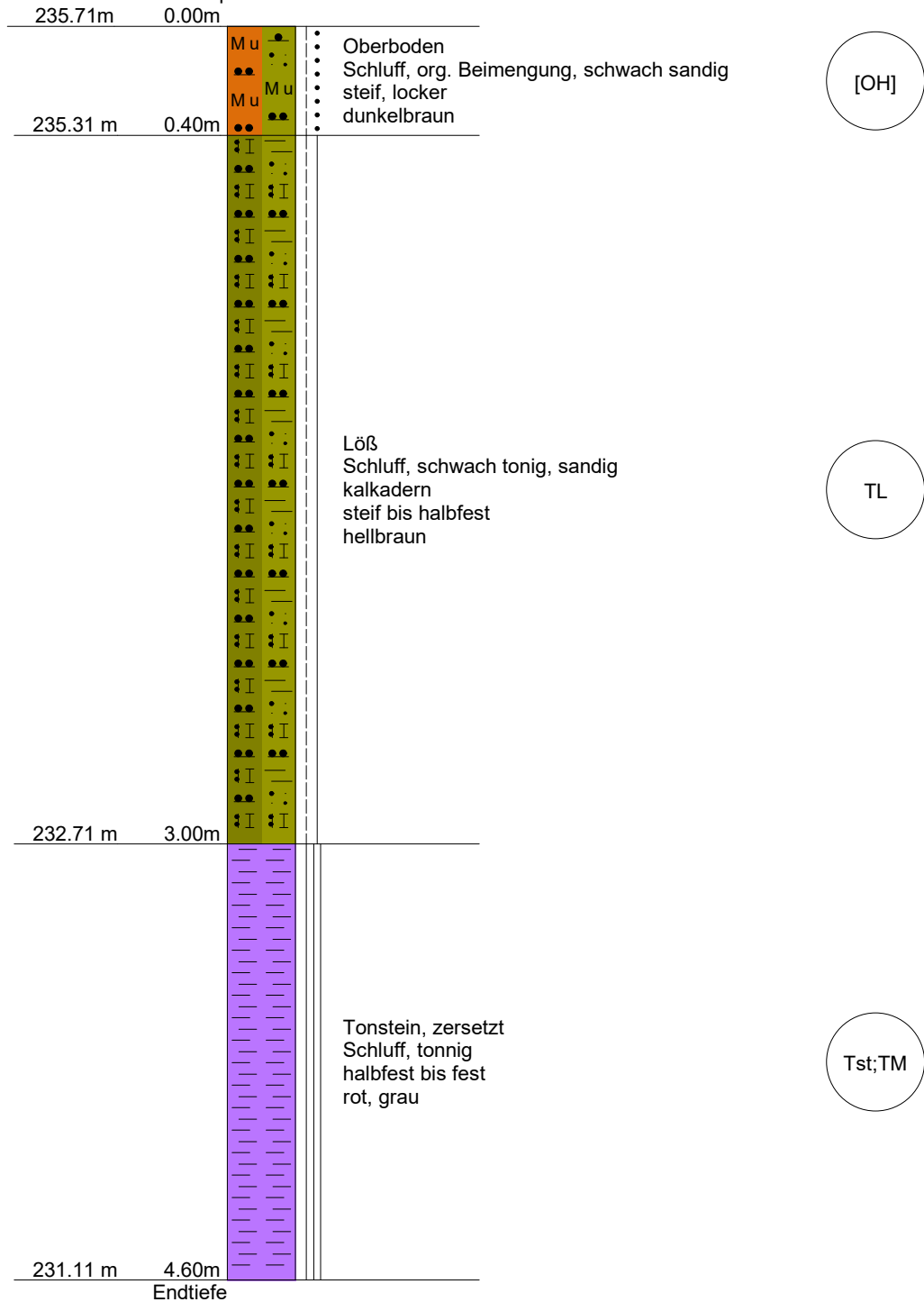
[OH]

TL

kein Grundwasser angetroffen
Abbruch am Basis nicht mehr rammbaar

RKS 9

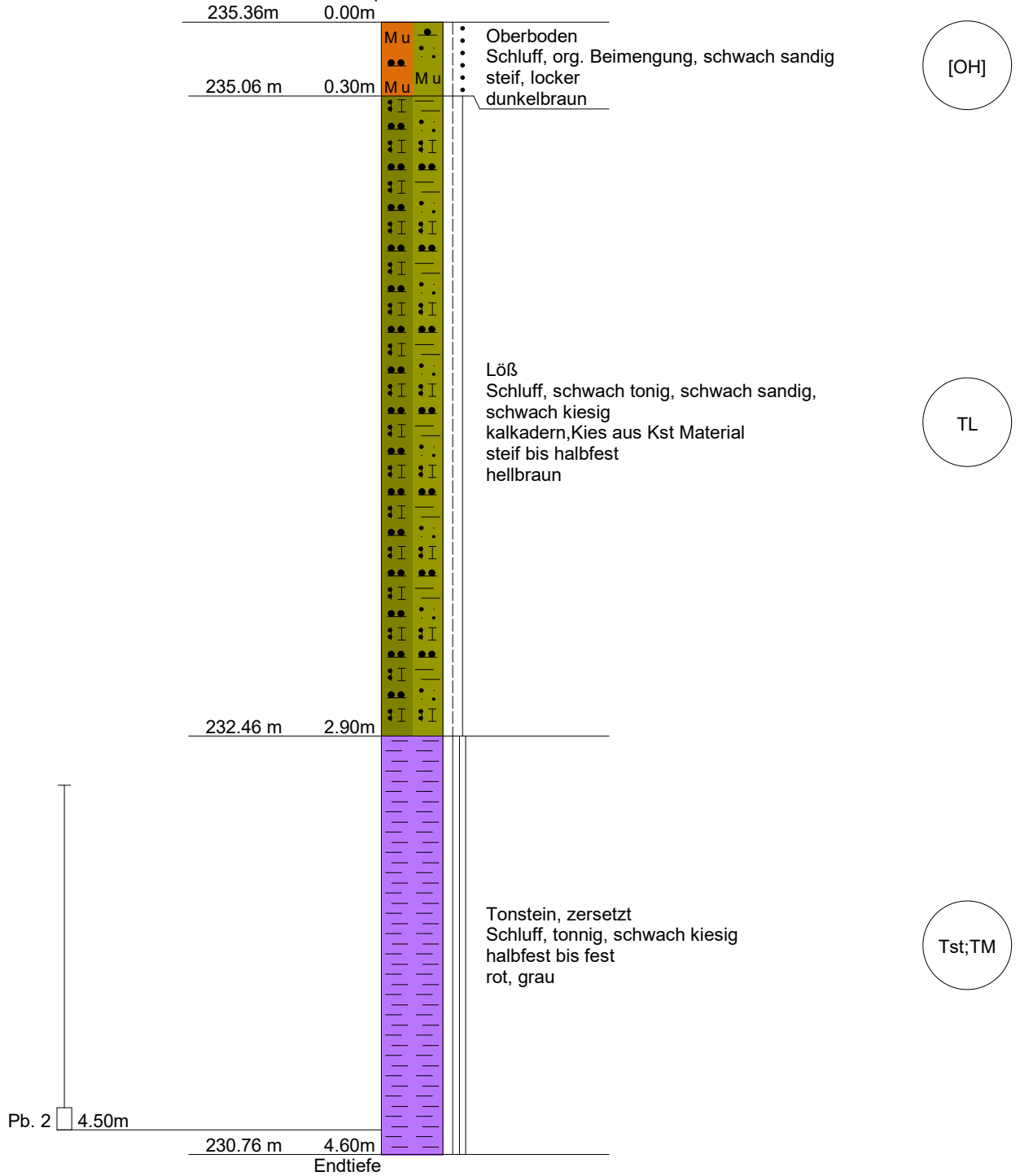
Ansatzpunkt: 235.71 m



kein Grundwasser angetroffen
Abbruch am Basis nicht mehr rammbar

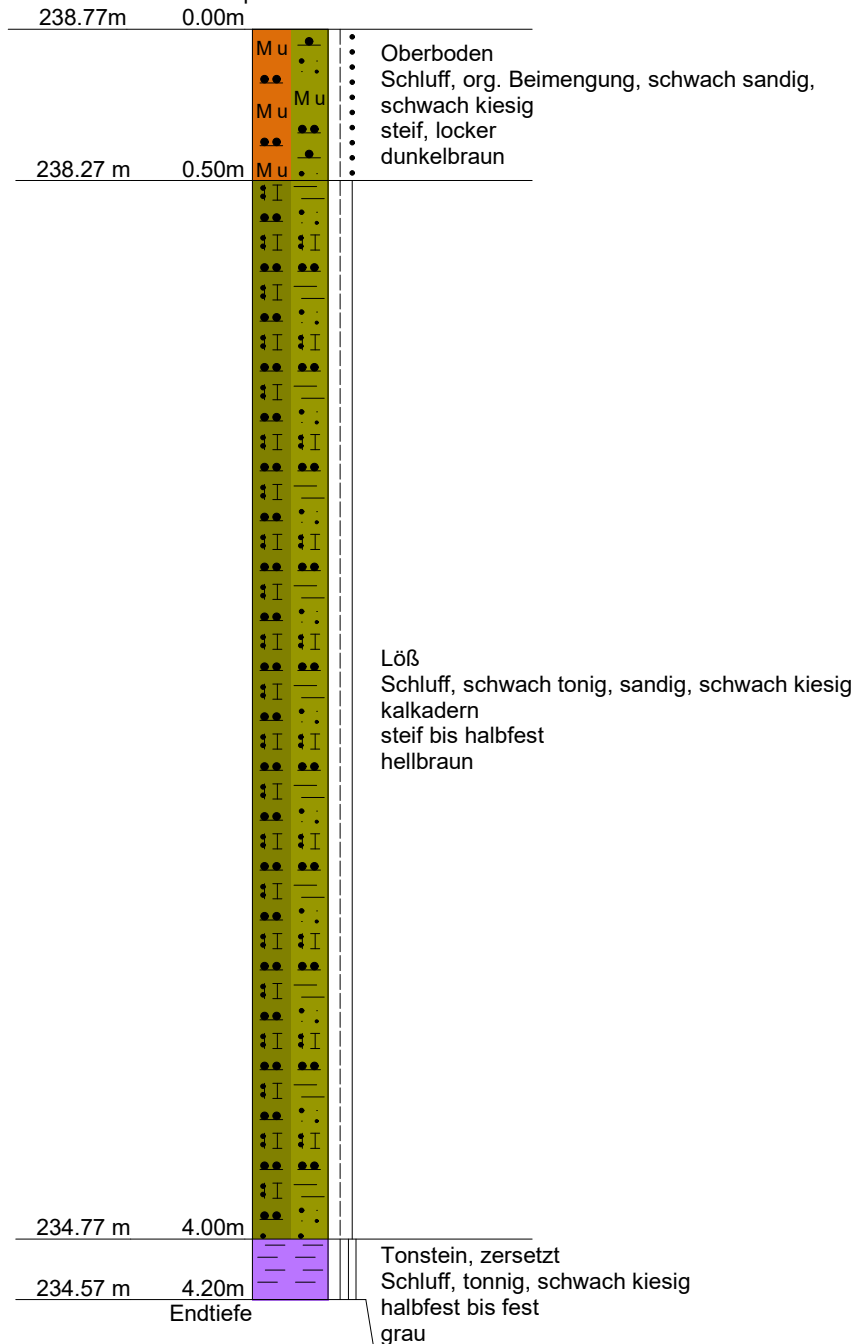
RKS 10

Ansatzpunkt: 235.36 m



RKS 11

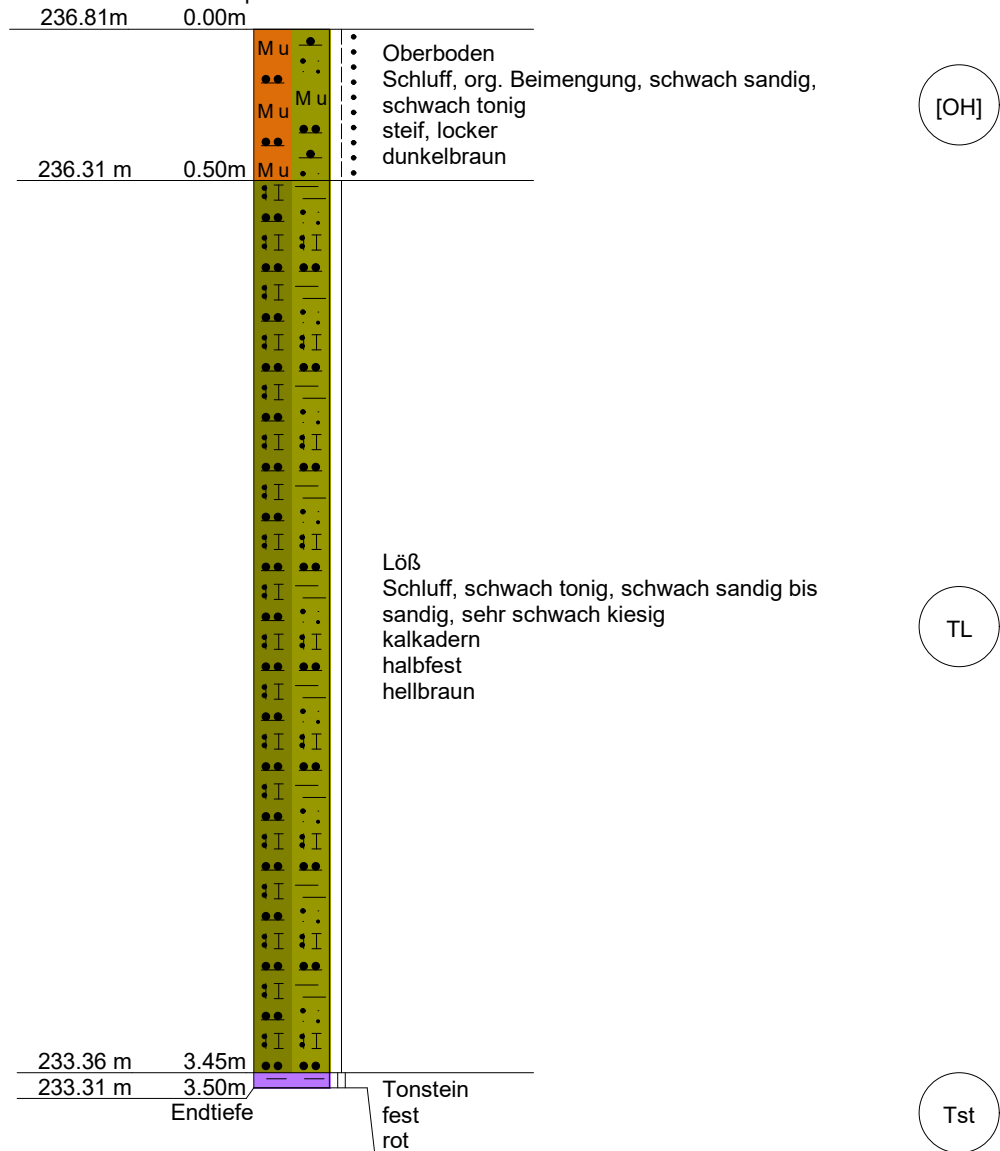
Ansatzpunkt: 238.77 m



kein Grundwasser angetroffen
Abbruch am Basis nicht mehr rambar

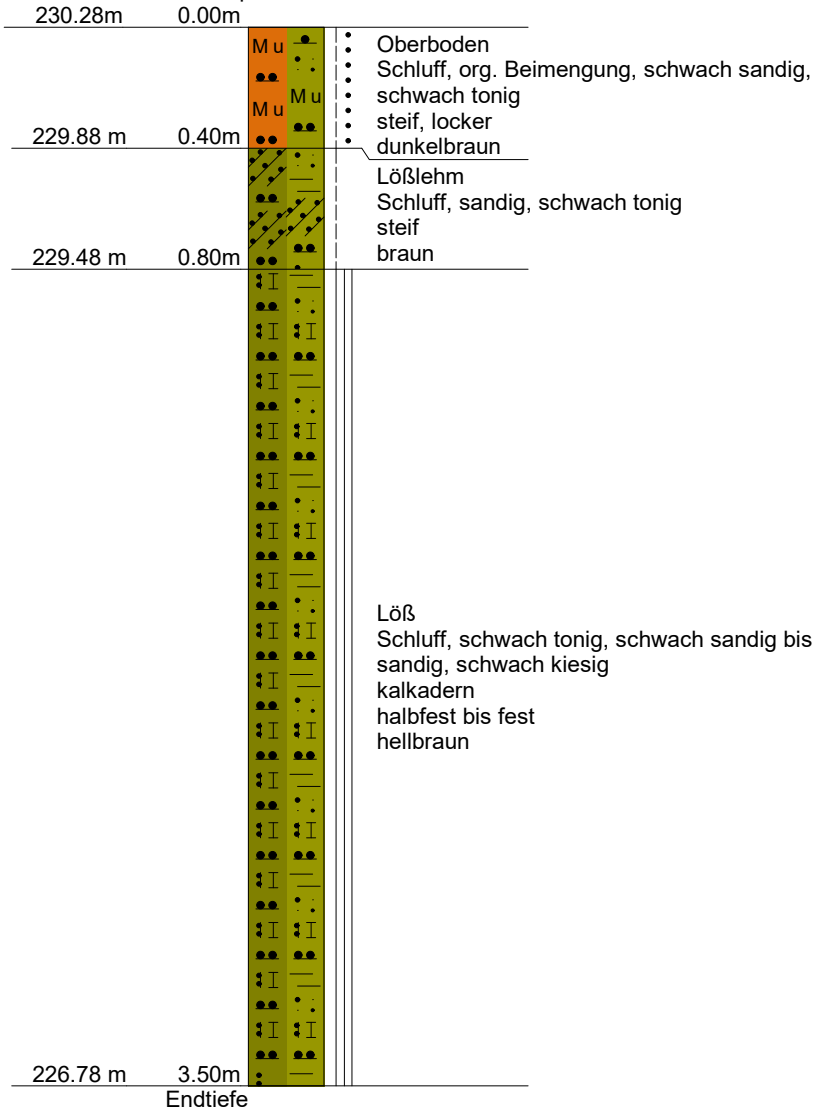
RKS 12

Ansatzpunkt: 236.81 m



RKS 13

Ansatzpunkt: 230.28 m



[OH]

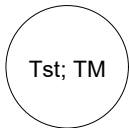
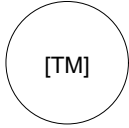
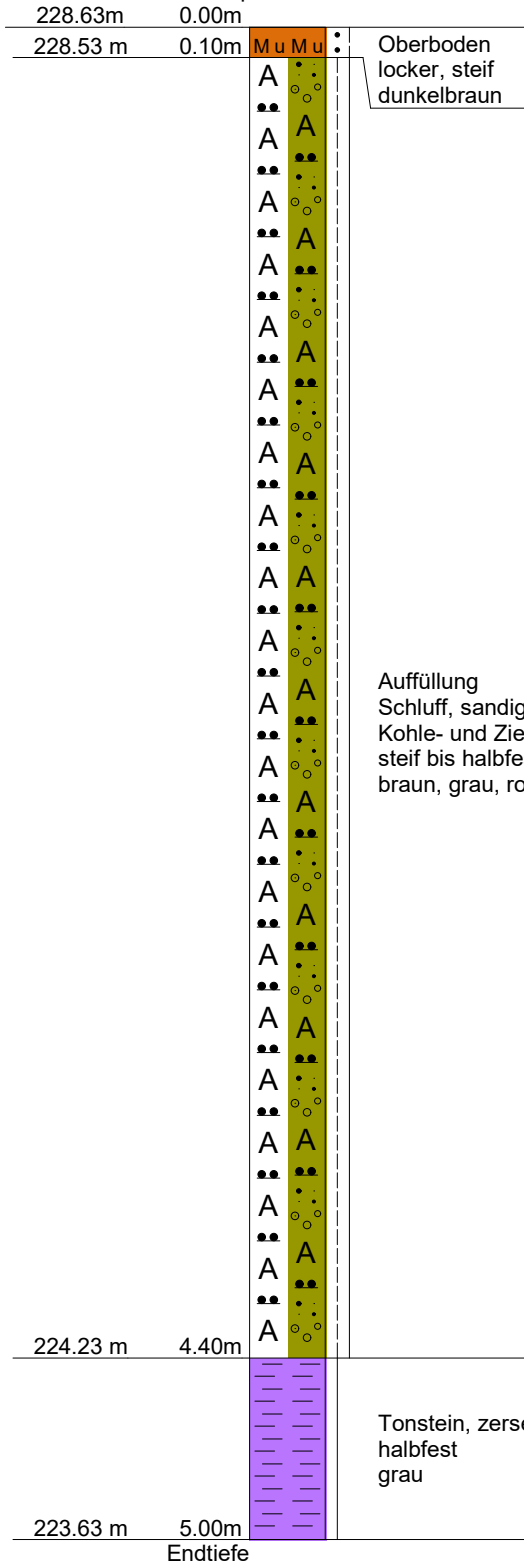
TL - TM

TL

kein Grundwasser angetroffen
Abbruch am Basis nicht mehr rambar

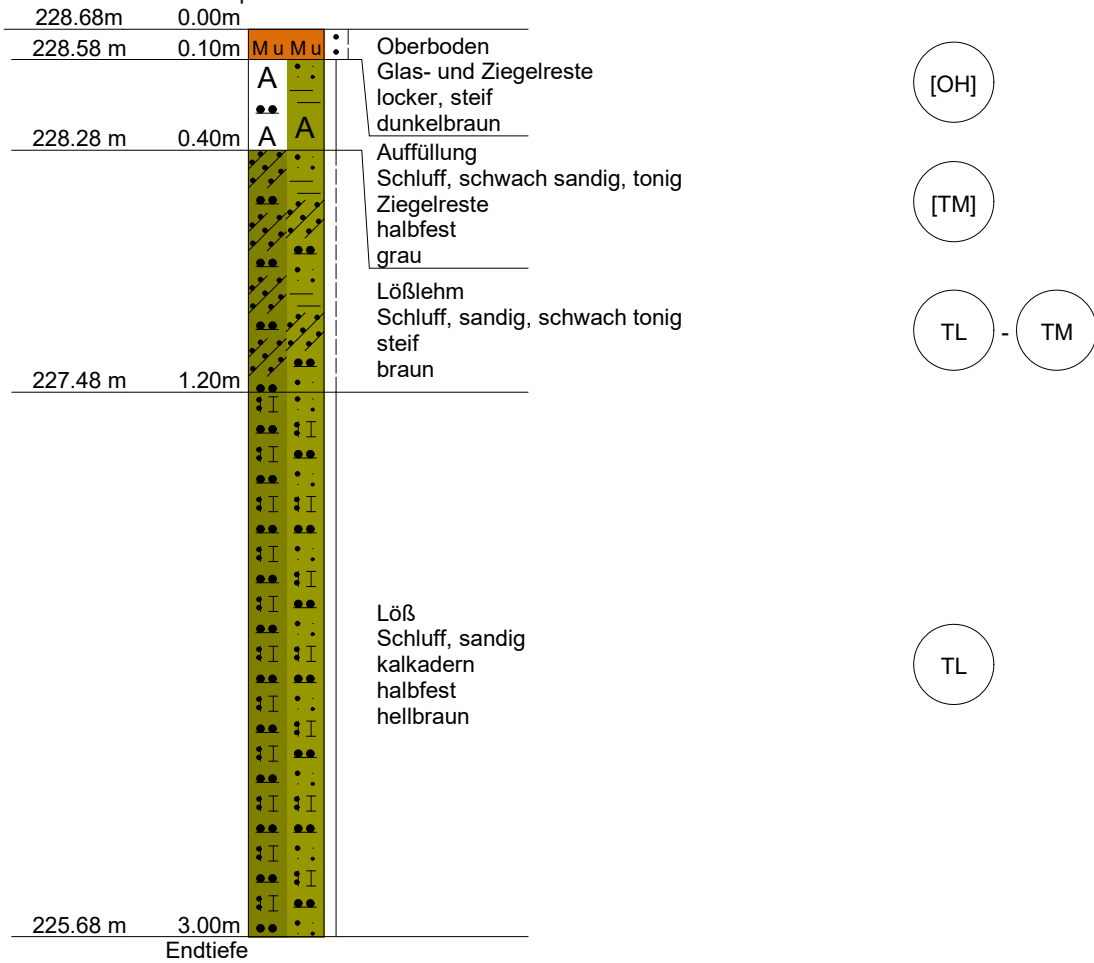
RKS 14

Ansatzpunkt: 228.63 m



RKS 15

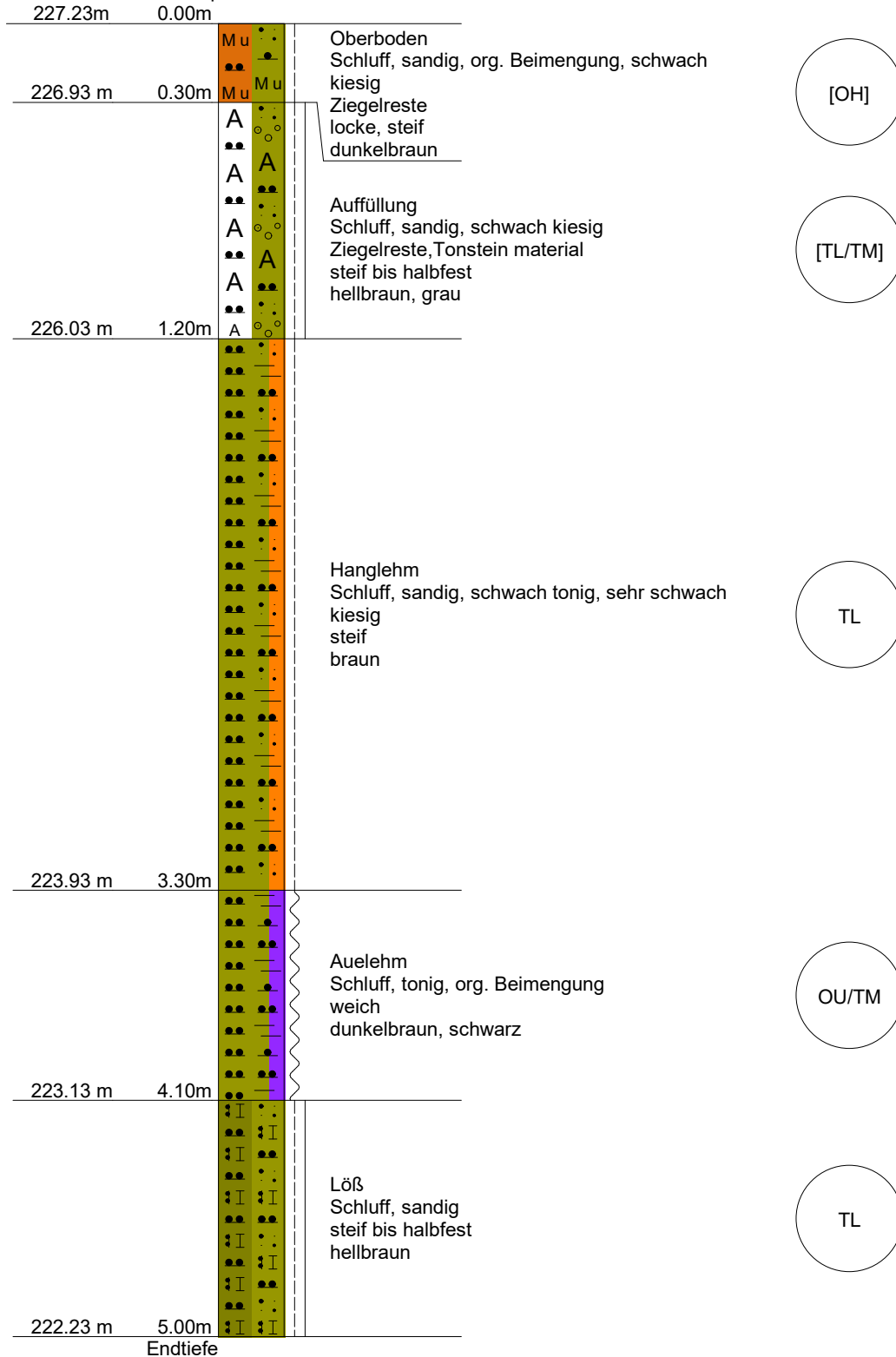
Ansatzpunkt: 228.68 m



abbruch am Basis nicht mehr rammbär
kein Grundwasser angetroffen

RKS 16

Ansatzpunkt: 227.23 m



kein Grundwasser angetroffen

Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀
0.10	0	6.10	12
0.20	0	6.20	12
0.30	0	6.30	12
0.40	1	6.40	12
0.50	1	6.50	12
0.60	1	6.60	6
0.70	1	6.70	6
0.80	1	6.80	5
0.90	1	6.90	8
1.00	1	7.00	9
1.10	1	7.10	11
1.20	5	7.20	12
1.30	5	7.30	13
1.40	8	7.40	15
1.50	7	7.50	13
1.60	7	7.60	11
1.70	6	7.70	11
1.80	6	7.80	12
1.90	5	7.90	13
2.00	6	8.00	8
2.10	10		
2.20	12		
2.30	14		
2.40	12		
2.50	11		
2.60	11		
2.70	10		
2.80	9		
2.90	6		
3.00	5		
3.10	5		
3.20	5		
3.30	5		
3.40	6		
3.50	7		
3.60	7		
3.70	6		
3.80	7		
3.90	8		
4.00	7		
4.10	8		
4.20	6		
4.30	6		
4.40	5		
4.50	5		
4.60	5		
4.70	6		
4.80	8		
4.90	9		
5.00	9		
5.10	12		
5.20	14		
5.30	12		
5.40	10		
5.50	11		
5.60	10		
5.70	9		
5.80	8		
5.90	9		
6.00	11		

▽ 231.00m

▽ 230.00m

▽ 229.00m

▽ 228.00m

▽ 227.00m

▽ 226.00m

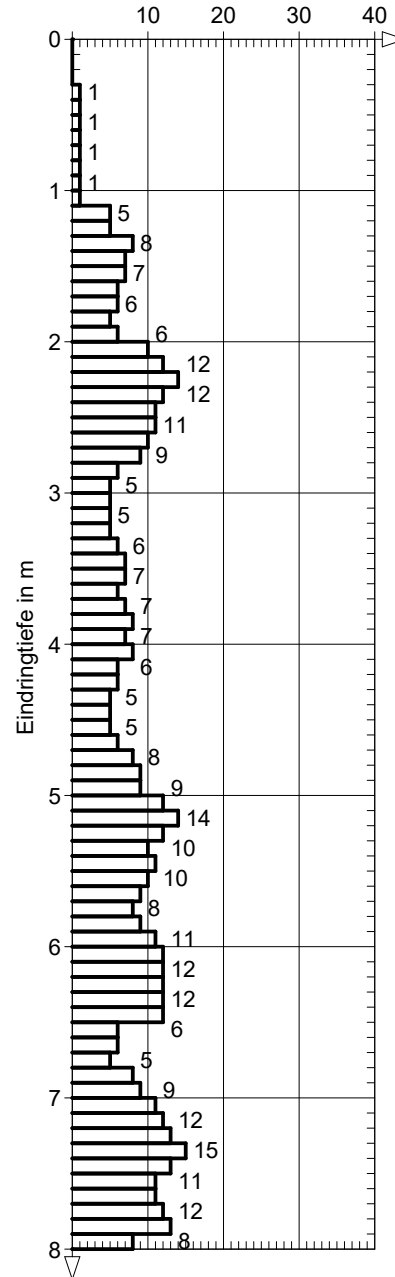
▽ 225.00m

▽ 224.00m

DPH 2

Ansatzpunkt: 231.04 m NHN

Anzahl Schläge N₁₀



Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀
0.10	0	6.10	11
0.20	0	6.20	14
0.30	0	6.30	13
0.40	0	6.40	11
0.50	1	6.50	10
0.60	1	6.60	10
0.70	1	6.70	10
0.80	0	6.80	13
0.90	1	6.90	12
1.00	1	7.00	11
1.10	4	7.10	9
1.20	4	7.20	10
1.30	5	7.30	13
1.40	5	7.40	16
1.50	7	7.50	16
1.60	9	7.60	16
1.70	10	7.70	17
1.80	9	7.80	13
1.90	5	7.90	10
2.00	4	8.00	8
2.10	4		
2.20	4		
2.30	3		
2.40	4		
2.50	4		
2.60	3		
2.70	3		
2.80	2		
2.90	3		
3.00	3		
3.10	3		
3.20	3		
3.30	3		
3.40	3		
3.50	2		
3.60	2		
3.70	2		
3.80	2		
3.90	3		
4.00	3		
4.10	3		
4.20	6		
4.30	6		
4.40	6		
4.50	7		
4.60	6		
4.70	7		
4.80	6		
4.90	4		
5.00	5		
5.10	4		
5.20	4		
5.30	4		
5.40	2		
5.50	4		
5.60	5		
5.70	5		
5.80	7		
5.90	10		
6.00	12		

▽ 238.00m

▽ 237.00m

▽ 236.00m

▽ 235.00m

▽ 234.00m

▽ 233.00m

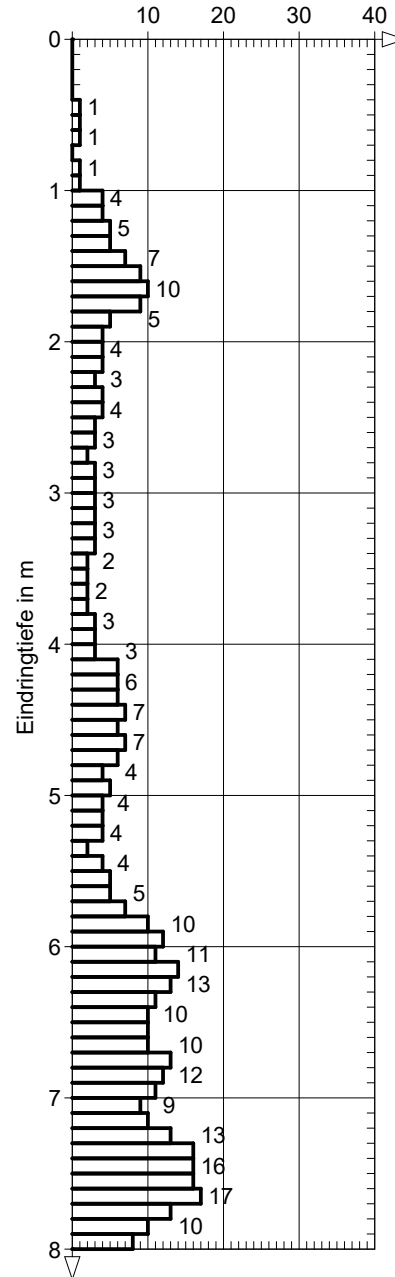
▽ 232.00m

▽ 231.00m

DPH 3

Ansatzpunkt: 238.77 m NHN

Anzahl Schläge N10



Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen) i.A.a. DIN 18122

Teil 1: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze zzgl. Wassergehalt

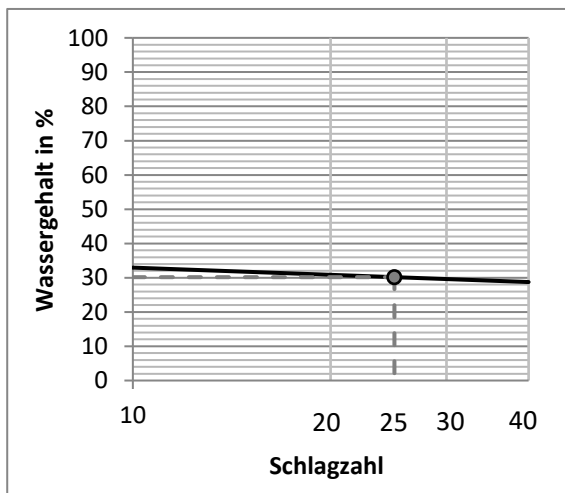
Anlage 3.1

Bauvorhaben : Neubau Wohnbebauung - Röhrenweg, Flur 6, Flurstück
1160/21, Erfurt

Auftragsnummer : B23-024 Bearbeiter : Schillig

Entnahmedatum : 13.02.2023 Entnahmetiefe : 0,4-3,1m

Entnahmeort : RKS 6 Ansprache : Löß



Wassergehalt $w/w_{\text{Ü}}$: 0,167

Überkornanteil \ddot{u} :

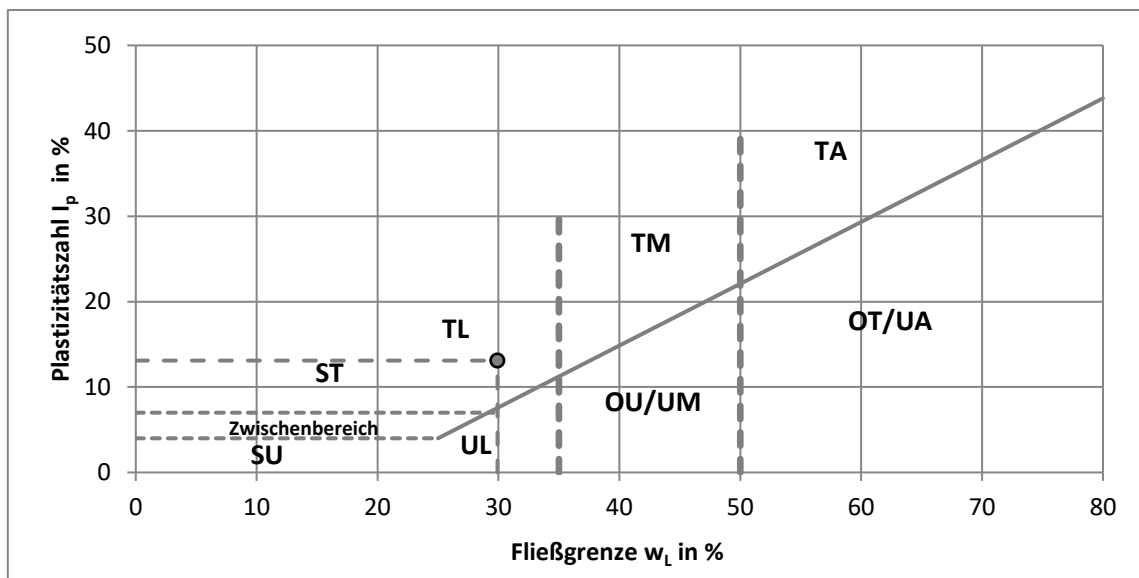
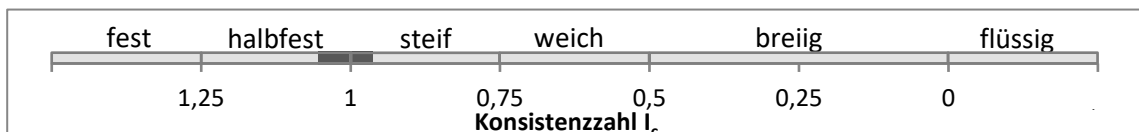
Fließgrenze w_L : 0,299

Ausrollgrenze w_p : 0,168

Plastizitätszahl I_p : 0,131

Konsistenzzahl I_c : 1,010

Bodengruppe nach DIN 18196: TL



Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen) i.A.a. DIN 18122

Teil 1: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze zzgl. Wassergehalt

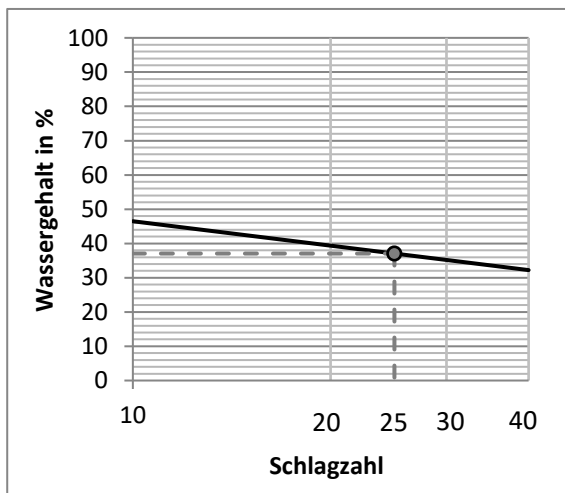
Anlage 3.2

Bauvorhaben : Neubau Wohnbebauung - Röhrenweg, Fur 6, Flurstück
1160/21, Erfurt

Auftragsnummer : B23-024 Bearbeiter : Schillig

Entnahmedatum : 14.02.2023 Entnahmetiefe : 3,1-4,5m

Entnahmeort : RKS 10 Ansprache : Tonstein



Wassergehalt $w/w_{\text{Ü}}$: 0,149

Überkornanteil \ddot{u} :

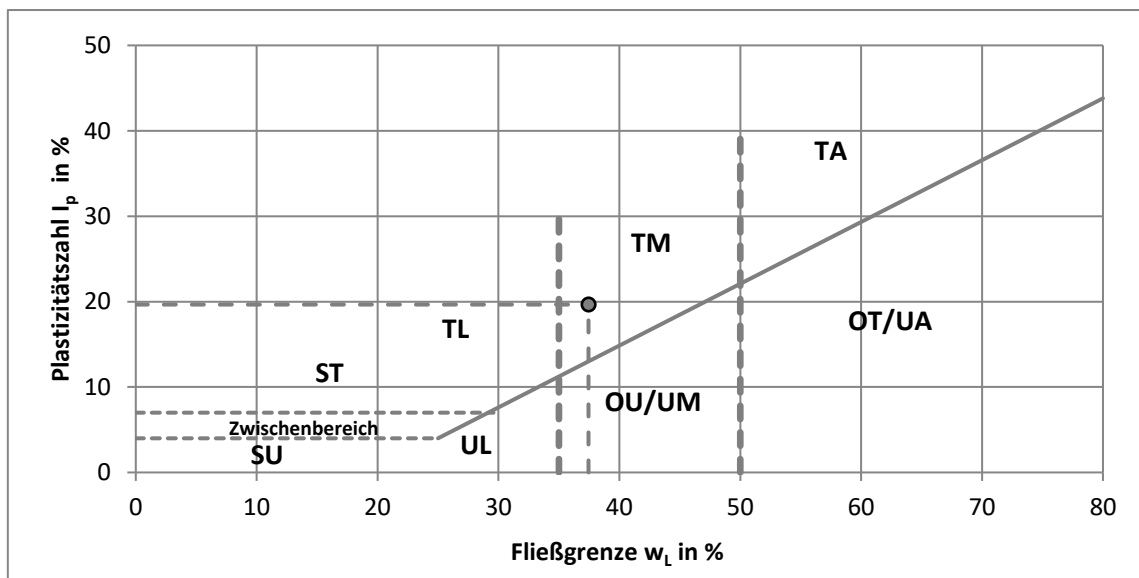
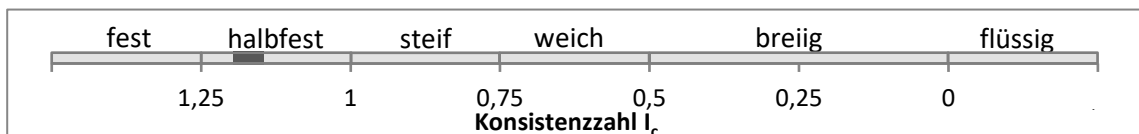
Fließgrenze w_L : 0,374

Ausrollgrenze w_p : 0,178

Plastizitätszahl I_p : 0,197

Konsistenzzahl I_c : 1,148

Bodengruppe nach DIN 18196: TM



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) und ATV DIN 18304:2019-09 (Rammarbeiten)							
Schicht	1	2	3a	3b	4	5	6
Bodenklassen (DIN 18300:2012)	1	3-4	4-5	4-5	4	4	4-5/6
Eigenschaften und Kennwerte - Lockergestein/Boden							
ortsübliche Bezeichnung	Oberboden	Auffüllung	Lößlehm	Löß	Hanglehm	Auelehm	Tonstein, zersetzt (bei Betrachtung als Lockergestein)
Bodengruppe (DIN 18196)	OH	TL, TM	TL-TM	TL	TL	OU/TM	TM; Tst
Massenanteil Ton [%] (d < 0,002 mm)	n.e.	5-25	5-10	5-25	5-10	5-20	10-30
Massenanteil Schluff [%] (d = 0,002-0,063 mm)	n.e.	30-70	50-70	30-70	50-70	50-80	60-80
Massenanteil Sand [%] (d = 0,063-2 mm)	n.e.	10-25	10-30	10-25	10-30	10-30	0-10
Massenanteil Kies [%] (d = 2-63 mm)	n.e.	5-10	0-10	0-10	0-10	0-10	0-10
Massenanteil Steine ^A [%] (d = 63-200 mm)	n.e.	0-5	0-5	0-1	0-5	0-5	0-1
Massenanteil Blöcke ^A [%] (d = 200-630 mm)	n.e.	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1
Massenanteil große Blöcke ^A [%] (d > 630 mm)	n.e.	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1
organischer Anteil [%]	n.e.	0-5	0-5	0-5	0-5	0-10	0-3
Dichte [g/cm ³]	n.e.	1,9-2,0	1,9-2,0	1,9-2,0	1,9-2,0	1,7-1,9	1,9-2,1
Wassergehalt [%]	n.e.	10-25	10-25	10-25	10-25	10-25	10-25
Plastizitätzahl I _p	n.e.	0,10-0,30	0,10-0,20	0,10-0,30	0,10-0,20	0,10-0,30	0,20-0,30
Konsistenzzahl I _c	n.e.	0,75-1,25	0,75-1	0,75- >1,25	0,75-1	0,5-0,75	1,0->1,25
Lagerungsdichte I _d [%]	n.e.	-	-	-	-	-	-
Kohäsion in kN/m ²	n.e.	5-10	4-9	5-8	3-7	2-4	8-14
undränierte Scherfestigkeit in kN/m ²	n.e.	-	-	-	-	-	-
Abrasivität CAI	n.e.	0,3-0,5 (kaum abrasiv)	0,3-0,5 (kaum abrasiv)	0,3-0,5 (kaum abrasiv)	0,3-0,5 (kaum abrasiv)	0,3-0,5 (kaum abrasiv)	0,3-0,5 (kaum abrasiv)
umweltrelevante Inhaltsstoffe	s. Bericht zur Abfallcharakterisierung S23-019						
Eigenschaften und Kennwerte – Fels							
Benennung von Fels (DIN EN ISO 14689-1)							Tonstein (sedimentär)
Verwitterung							zersetzt
Veränderlichkeit an Luft							veränderlich
Veränderlichkeit unter Wasserbedeckung							stark veränderlich
Trennflächenrichtung							-
Trennflächenabstand							-
Gesteinskörperform							-
einaxiale Druckfestigkeit [MPa]							< 0,5
Dichte [g/cm ³]							1,9-2,1
Abrasivität CAI							0,3-0,5 (kaum abrasiv)
umweltrelevante Inhaltsstoffe	s. Bericht zur Abfallcharakterisierung S23-019						
Homogenbereiche DIN 18300:2016-09 Erdarbeiten: Lösen und Laden^B	-	EA _{LL} 1	EA _{LL} 2			EA _{LL} 3	EA _{LL} 4
Homogenbereiche DIN 18300:2016-09 Erdarbeiten: Einbauen und Verdichten^{B,C,D}	-	EA _{EV} 1	EA _{EV} 2			EA _{EV} 3	EA _{EV} 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

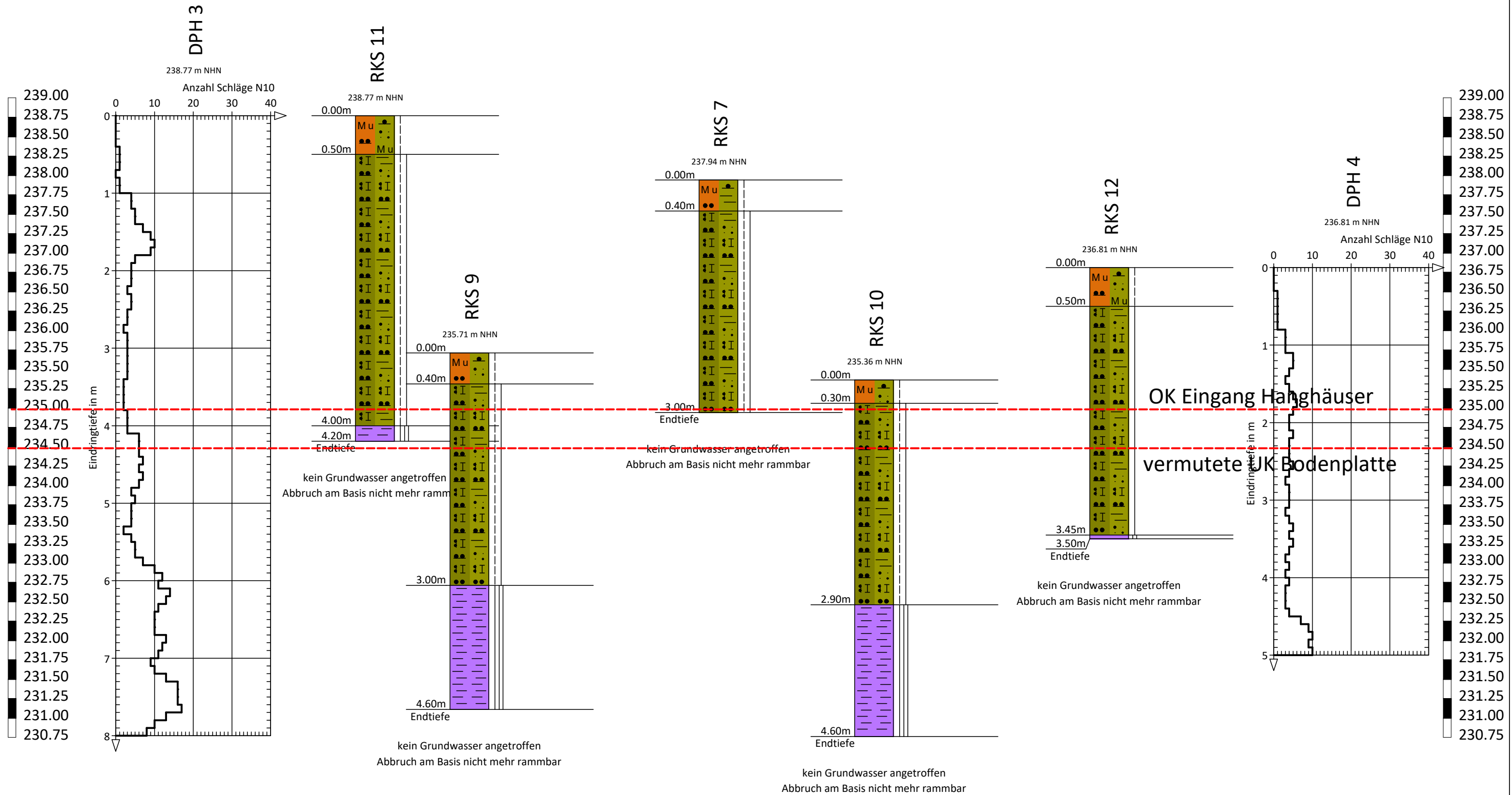
n.e. = Angaben nicht erforderlich

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

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

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

Schematischer Schnitt Hanghäuser



Ingenieurbüro für Baugrund JACOBI GmbH

Baugrunduntersuchung - Erdstofflabor - Gründungsberatung - Versickerung - Altlasten

Straße des Friedens 4 - 99094 Erfurt

Projekt: Neubau Wohnbebauung - Röhrenweg Flur 6, Flurstück 1160/21, Erfurt



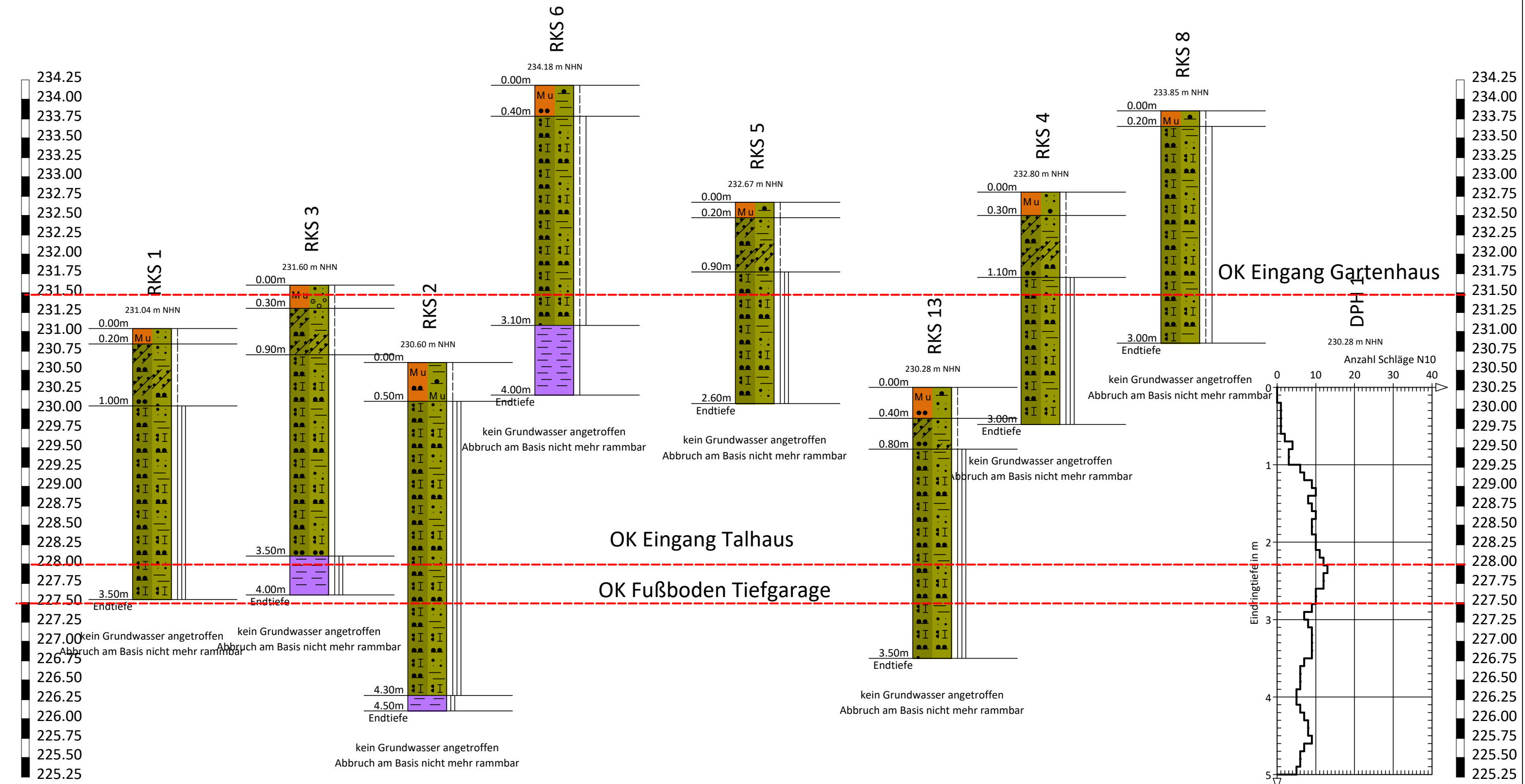
Projektnr.: B23-024

Anlage: A5.1

Maßstab: 1:200

Datum: 27.02.2023

Schematischer Schnitt Garten- und Talhäusern sowie Tiefgarage



Ingenieurbüro für Baugrund JACOBI GmbH

Baugrunduntersuchung - Erdstofflabor - Gründungsberatung - Versickerung - Altlasten

Straße des Friedens 4 - 99094 Erfurt

Projekt: Neubau Wohnbebauung - Röhrenweg Flur 6, Flurstück 1160/21, Erfurt



Projektnr.: B23-024

Anlage: A5.2

Maßstab: 1:200

Datum: 27.02.2023