

Baugrundgutachten

1. Geotechnischer Bericht DIN 1054

Bauvorhaben: **Markt Eckental, Landkreis Erlangen-Höchstädt**
Erschließung Baugebiet Nr. 11,
Westlich Oberschöllnbacher Hauptstraße

Auftraggeber: Markt Eckental, Bauamt
Rathausplatz 1
90542 Eckental

Leistungsphase: Genehmigungsplanung

Objekt: Straßen-/ Kanalbau,
Versickerungsbewertung

Projektnummer: 2022_138G01

Diese Baugrundbewertung umfasst 34 Seiten und 5 Anlagen und darf ohne schriftliche Zustimmung der Geotechnik Platzer weder ganz noch auszugsweise veröffentlicht werden.

INHALTSVERZEICHNIS:

	Seite
1 Einleitung	4
1.1 Verwendete Unterlagen	4
1.2 Vorgang / Aufgabenstellung	5
1.3 Erkundungen	5
2 Darstellung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse	7
2.1 Lage und geologischer Überblick, Erdbeben	7
2.2 Schichtaufbau und Kennwerte	8
2.3 Hydrogeologische Verhältnisse	10
2.3.1 Grundwasserstände	10
2.3.2 Durchlässigkeit des Untergrundes / Versickerungsfähigkeit	12
2.4 Baugrundmodell	13
2.5 Charakteristische Bodenrechenwerte	14
2.6 Rammfähigkeit des Untergrundes	15
3 Kanalbau, Wasserversorgung, Entwässerungsanlagen	16
3.1 Allgemeine Angaben	16
3.2 Bemessungswerte des Sohlwiderstandes und Setzungen / Gründung im Sand	16
3.3 Bemessungswerte des Sohlwiderstandes und Setzungen / Gründung im Ton	17
3.4 Kanalrohr	18
3.5 Kanalstatik	19
3.6 Wiederverfüllung Kanalgraben	20
3.6.1 Leitungszone	20
3.6.2 Hauptverfüllung	20
3.7 Bodenverbesserung	21
4 Straßenbau	21
4.1 Allgemeine Angaben und Höhen	21
4.2 Bemessung des frostsicheren Straßenaufbaus nach RStO 12	22
4.3 Erdplanum	23
4.3.1 Anforderungen und Tragfähigkeit des Erdplanums	23
4.3.2 Bodenverbesserung	23
4.3.3 Erhöhung der ungebundenen Tragschicht	24
4.4 Anforderungen für Tragfähigkeiten	24
5 Bauausführung	25
5.1 Baugrubensicherung, Wasserhaltung während der Bauzeit	25
5.2 Beweissicherung	26
5.3 Auftriebssicherheit	26

5.4	Bautechnische Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen	26
6	Abdichtung, Dränage	27
7	Abfalltechnische Betrachtungen / Bewertung Bodenaushub	28
7.1	Probenahme Abfalltechnik / Chemische Untersuchungen	28
7.2	Untersuchungsergebnisse	29
7.3	Ergebnisbewertung und Empfehlungen	29
7.4	Hinweise zum Bodenaushub / Abfalltechnik	30
8	Homogenbereiche für Erdarbeiten (EAB)	31
9	Zusammenfassung / Schlussbemerkungen	33

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lage- und Aufschlussplan	1 Blatt
Anlage 2	Baugrundprofile	18 Blatt
Anlage 3	Bodenmechanische Laborversuche	6 Blatt
Anlage 4	Versickerungsversuche	4 Blatt
Anlage 5	Abfalltechnische Untersuchungen Boden	4 Blatt

1 Einleitung

1.1 Verwendete Unterlagen

Neben den gegenwärtig gültigen Normen und Vorschriften des Erd- und Grundbaus bzw. der Siedlungswasserwirtschaft kamen bei der Erstellung dieses Baugrundgutachtens insbesondere nachstehende Unterlagen zur Anwendung:

- /U 1/ Auftrag vom 23.09.2022 auf der Grundlage unseres Angebots vom 12.08.2022 und Auftragserweiterung im Bereich Regenrückhaltebecken vom 06.03.2023.
- /U 2/ Markt Eckental, Vorentwurf Variante 3a im Maßstab 1:1.000, zugesendet am 29.07.2022.
- /U 3/ Leitungsauskunft Strom im Bereich BP Nr. 11 Oberschöllnbacher Hauptstraße, Bayernwerke, außerhalb des Versorgungsgebietes, mit Stand vom 18.10.2022, zugesandt per Mail am 18.10.2022
- /U 4/ Leitungsauskunft Strom/Gas/Wasser/Fernwärme im Bereich BP Nr. 11 Oberschöllnbacher Hauptstraße, N-ERGIE im Maßstab 1:500, mit Stand vom 18.10.2022.
- /U 5/ Trassenauskunft Kabel der Deutschen Telekom i.M. 1:500 vom 18.10.2022.
- /U 6/ Trassenauskunft Markt Eckental – Lageplan Kanal i. M. 1:1.000 vom 24.10.2022.
- /U 7/ Ergebnisse der Aufschlussarbeiten, Geotechnik Platzer vom 18./19.10., 26.10.2022 und 13.03.2023.
- /U 8/ Laborergebnisse Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH, Markt Rettenbach vom 15.11.2022.
- /U 9/ Umweltatlas Bayern, Angewandte Geologie, Naturgefahren;
https://www.umweltatlas.bayern.de/mapapps/resources/apps/lfu_angewandte_geologie_ftz/index.html?lang=de
- /U 10/ DWA-A 138 Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, 04/2005.
- /U 11/ ZTVE-StB 17 – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Bundesministerium für Verkehr, Abt. Straßenbau, 2017.
- /U 12/ Rudolf Floss: Handbuch ZTVE – Kommentar mit Kompendium Erd- und Felsbau, Kirschbaum, 5.Auflage, Bonn, 2019.
- /U 13/ FGSV - Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaus, Köln, Ausgabe 2016.
- /U 14/ FGSV – Technische Prüfvorschriften für Boden und Fels im Straßenbau, Teil B11.3, Eignungsprüfung für Bodenverbesserung mit Bindemitteln, Köln, Ausgabe 2012
- /U 15/ RSTO 12 – Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. Köln, 2012.
- /U 16/ Rechenprogramm GGU-Footing: Berechnung von Fundamenten nach DIN 4017, DIN 4019, DIN 1054 und EC7, Version 10.01 vom 11.09.2022, GGU GmbH Braunschweig, Copyright + Verfasser Prof. Dr.-Ing. Johann Buß.
- /U 17/ LAGA-Technische Regeln (Heft 20): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen - Technische Regeln -, Stand 11/1997.
- /U 18/ VOB, Beuth Verlag, Berlin 2019.
- /U 19/ EAB: Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“, 6. Auflage, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e. V., Verlag Ernst & Sohn, 2021.
- /U 20/ Geologische Karte von Bayern, Maßstab 1:25.000, Blatt Nr. 6433 Lauf / 6432 Erlangen-Süd, herausgegeben vom Geologischen Landesamt Bayern, 1966.

1.2 Vorgang / Aufgabenstellung

Im Markt Eckental ist ein Baugebiet westlich der Oberschöllnbacher Hauptstraße vorgesehen. Der Markt Eckental beauftragte das Ingenieurbüro Geotechnik Platzer am 23.09.2022 mit den Erkundungen und der Erstellung eines Baugrundgutachtens für den Standort auf Grundlage unseres Angebots vom 12.08.2022 /U 1/.

1.3 Erkundungen

Die Geländearbeiten wurden im Erschließungsgebiet westlich der Oberschöllnbacher Hauptstraße in Oberschöllnbach am 19.10., 20.10. und 26.10.2022 durchgeführt. Im Bereich der geplanten Baugrunderschließung wurden zehn Bohrsondierungen (BS 1 bis BS 10, Ø 50-80 mm, t = 1,85 bis 5,00 m) und vier Bohrsondierungen mit Versickerungsversuchen (BSV 1 bis BSV 4, Ø 50-80 mm, t = 2,00 m) vorgenommen.

Auf Anfrage des Auftraggebers wurden am 13.03.2023 insgesamt vier ergänzende Bohrsondierungen (BS 11 bis BS 14, Ø 50-80 mm, t = 3,00 bis 5,00 m) im nördlichen Bereich des Erschließungsgebietes durchgeführt. Nach Auskunft des Planers bestand hier eine ehemalige Sandgrube. In diesem Bereich ist eine Versickerungsanlage bzw. ein Rückhaltebecken geplant. Die Aufschlüsse sind in der nachfolgenden Tabelle 1 zusammengefasst:

Tabelle 1: Lage der Aufschlusspunkte

Aufschluss-Nr.	Ansatzhöhe [m NHN]	Tiefe	
		[m]	[m NHN]
Bohrsondierungen Kanal-/Straßenbereich			
BS 1	331,33	4,50	326,83
BS 2	330,18	4,95	325,23
BS 3	332,14	4,25	327,89
BS 4	332,78	2,60	330,18
BS 5	332,52	1,85	330,67
BS 6	330,26	4,75	325,51
BS 7	328,99	4,15	324,84
BS 8	327,18	2,60	324,58
BS 9	326,68	4,50	322,18
BS 10	324,57	5,00	319,57

Aufschluss-Nr.	Ansatzhöhe [m NHN]	Tiefe	
		[m]	[m NHN]
Bohrsondierungen Versickerung			
BSV 1	331,33	2,00	329,33
BSV 2	331,65	2,00	329,65
BSV 3	328,47	2,00	326,47
BSV 4	325,47	2,00	323,74
Versickerungsanlage / Rückhaltebecken			
BS 11	323,63	3,00	320,63
BS 12	323,12	5,00	318,12
BS 13	322,79	5,00	317,79
BS 14	322,75	5,00	317,75

BS – Bohrsondierung, BSV – Versickerungsbohrung/-versuch

Alle Ansatzpunkte der Aufschlüsse wurden höhe- und lagebezogen eingemessen. Der Höhenbezug der Aufschlüsse wurde gemäß Kanalplan /U 6/ anhand von vier ausgewiesenen Schachtdeckeln hergestellt. Die Aufschlusspunkte sind in der Anlage 1 dargestellt und die Baugrundprofile in der Anlage 2 auf NHN-Höhe aufgetragen. Die Höhen sind vor Baubeginn bauseits verantwortlich zu überprüfen.

Die Entnahme von gestörten Bodenproben erfolgte je lfd. Meter bzw. bei Schichtwechsel. Die einzelnen Schichtenverzeichnisse können bei Bedarf im Archiv der Geotechnik Platzer eingesehen werden. Aus den angetroffenen Bodenschichten wurden insgesamt 76 Bodenproben entnommen und durch den Bearbeiter nach DIN EN ISO 14688 spezifiziert. Aus den angetroffenen Bodenschichten wurden 8 Bodenproben ausgewählt und anschließend zur Festlegung der Bodenparameter und Bodengruppen nach DIN 18196 untersucht. Im Einzelnen wurden ausgeführt:

- 5 x Bestimmung des natürlichen Wassergehalts nach DIN EN ISO 17892-1
- 1 x Bestimmungen der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12
- 3 x Siebanalyse zur Bestimmung der Körnungslinien nach DIN EN ISO 17892-4

Zusätzlich wurden 55 Bodenproben zu zwei Mischproben zusammengefasst und abfalltechnisch untersucht. Die Ergebnisse sind in Anlage 5 dargestellt.

Die Bohrerergebnisse mit der detaillierten Bodenansprache bilden die Grundlage

- zur Bewertung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes,
- zur Bewertung der hydrogeologischen Verhältnisse,
- zur Bewertung der vorhandenen Baugrundverhältnisse und
- zur abfalltechnischen Einstufung des Bodenaushubs.

2 Darstellung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse

2.1 Lage und geologischer Überblick, Erdbeben

Das ausgewiesene Baugebiet liegt nördlich vom Ortskern Oberschöllnbach und westlich der Oberschöllnbacher Hauptstraße. Das Gelände liegt südlich an der Moselstraße auf einer Höhe von etwa 332 m NHN und fällt nach Norden auf ca. 323 m NHN ab.

Nach Angabe der Geologischen Karte von Bayern, Blatt 6433 Lauf und 6432 Erlangen-Süd /U 19/ liegt das Untersuchungsgebiet im Bereich der quartären Ablagerungen der Hauptterrasse. Unterhalb der Terrassensande ist die Verwitterungsschichten der anstehenden Festgesteine (Sandsteine mit Tonlagen – Rhätolias, Tonsteine Feuerletten, Übergang Lias - Keuper) auszugehen. Den Abschluss des Bodenprofils bildet der humose Oberboden. Das Grundstück wird als landwirtschaftlichen Fläche genutzt. Das Gebiet liegt gemäß DIN EN 1998-1/NA:2011-01 und nach Angabe des Deutschen Instituts für Bautechnik, Berlin mit Detailzuordnung der Erdbebenzone für die jeweilige Verwaltungseinheit (hier Oberschöllnbach, Stand vom November 2022) **außerhalb einer Erdbebenzone.**

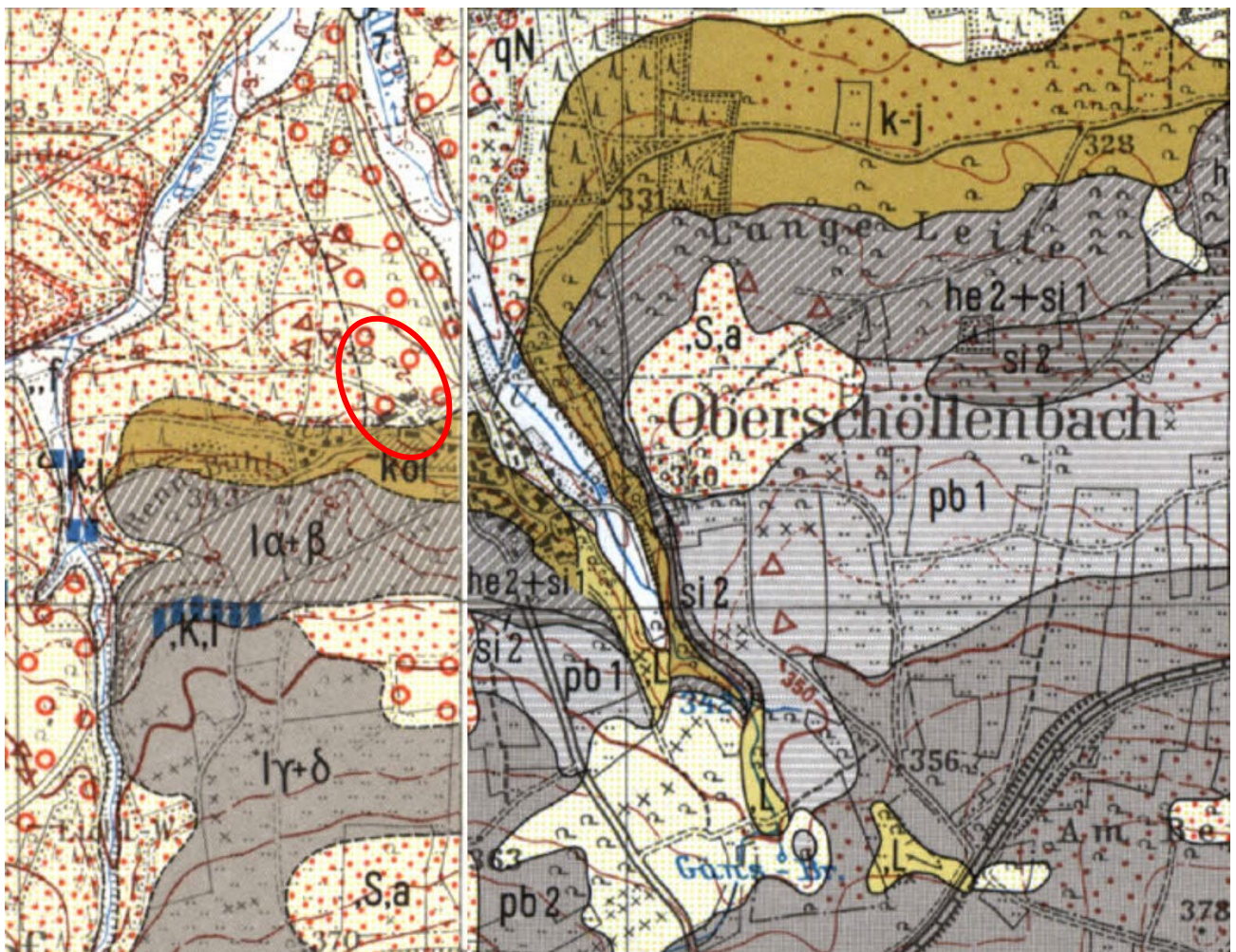


Bild 1: Ausschnitt aus der geologischen Karte von Bayern, 1:25.000 /U 19/: („f, weiß) Talfüllung; (qH, hellgelb) Hauptterrasse; (kol, hellbraun) Rhätolias; (ly+δ) Lias-Gamma und -Delta ;(la+β) Lias-Alpha und-Beta.

2.2 Schichtaufbau und Kennwerte

Im Bereich des geplanten Standortes ist, entsprechend der vorliegenden Sondierergebnisse, mit nachfolgendem Schichtenaufbau zu rechnen:

Oberboden

Im Bereich der geplanten Verkehrsflächen bzw. Kanaltrassen (BS 1 bis BS 10) wurde einheitlich humoser Oberboden mit 0,20 bis 0,35 m Tiefe angetroffen. Im Bereich des geplanten Rückhaltebeckens (BS 11 bis BS 14) wurde ein 0,20 bis 0,25 m dicker humoser **Oberboden** angetroffen. Die vergleichsweise hohe Dicke ist auf die landwirtschaftliche Nutzung zurückzuführen.

Auffüllung

Die Auffüllung wurden nur in den Bohrsondierungen BS 11 bis BS 14 im Bereich des geplanten **Rückhaltebeckens** angetroffen und reicht bis 1,00 m (BS 11) bzw. 4,10 m (BS 12) unter Gelände. Es handelt sich um eine Wechsellagerung aus schwach kiesigem bis kiesigem **Sand [SU/ST, SU*/ST*]** mit wechselndem Feinanteil und schwach sandigem bis sandigem, schwach kiesigem bis kiesigem **Ton/Schluff [TM, UM]** mit steifer Konsistenz. Zusätzlich wurden wechselnde Fremdanteile an Kalk-, Ziegel- und Sandsteinbruch angetroffen. Der aufgefüllte Sand weist eine mitteldichte Lagerung auf. In der topographischen Karte Bayern 1:50000 ist die ehemalige Abgrabung in den Jahren 1995 bis 1997 ausgewiesen.

Deck-/Verwitterungsschichten

In den Bohrsondierungen BS 1, BS 2, BS 3, BS 4, BS 5, BS 7, BS 9 und BS 10 wurde eine obere **Sandlage** mit wechselndem Feinanteil (**SE, SU, ST, SU*, ST***) mit mittlerer Lagerungsdichte angetroffen. Der Sand reicht bis 1,05 m (BS 2) und mehr als 4,15 (BS 7) unter Gelände und wird größtenteils von schwach sandigem bis sandigem, z.T. kiesigem **Ton (TM, TA)** mit weicher bis steifer Konsistenz unterlagert. In BS 9 und BS 10 konnte der Ton bis zur jeweiligen Endtiefe nicht durchteuft werden und Bohrung BS 9 musste in 4,50 m Tiefe aufgrund erhöhter Bohrwiderstände vorzeitig abgebrochen werden.

In den südlichen Bohrungen BS 1, BS 2 und BS 3 folgt unterhalb des Tons eine untere Lage von **Sand** mit wechselndem Feinanteil (**SE, SU/ST, SU*, ST***) mit mittlerer Lagerung angetroffen, der bis zur jeweiligen Bohrendtiefe nicht durchbohrt wurde. Der bindige Sand wurde dabei nur in BS 2 unmittelbar unterhalb des Tons angetroffen.

In den Bohrsondierungen BS 6 und BS 8 wurde unter dem Oberboden einheitlich schwach sandiger bis sandiger, z.T. kiesiger **Ton (TM, TA)** mit steifer Konsistenz angetroffen und bis zur jeweiligen Endtiefe von 2,60 m und 4,75 m nicht durchbohrt. Ab 2,65 m (BS 6) bzw. 2,50 m (BS 8)

ist der Ton als halbfest anzusprechen. In den genannten Tiefen mussten die Bohrsondierungen aufgrund erhöhter Widerstände im halbfesten Ton vorzeitig abgebrochen werden.

In den Bohrungen BS 4, BS 5 und BS 7 wurde unterhalb des Oberbodens bzw. einer 0,1 m dicken Tonlage mitteldicht bis dicht gelagerter **Sand (SE)** angetroffen, der bis zur jeweiligen Endtiefe nicht durchbohrt wurde.

Die Bohrungen BS 1, BS 2 und BS 3 mussten in Tiefen zwischen 4,25 m und 4,95 m aufgrund der erhöhten Bohrwiderstände vorzeitig abgebrochen werden.

In den nördlichen Bohrungen BS 12 bis BS 14 im Bereich des geplanten **Rückhaltebeckens** wurde unterhalb der Auffüllung überwiegend **Fein- bis Mittelsand (SE)** angetroffen, der bis zur jeweiligen Endtiefe von 5,00 m nicht durchteuft wurde. In Bohrung 11 folgt unterhalb der Auffüllung von 1,00 bis 1,25 m Tiefe mitteldicht gelagerter Fein- bis Mittelsand (SE), der bis zur Bohrendtiefe von 3,00 m von schwach sandigem, z.T. schwach organischem **Ton/Schluff (TM, UM)** mit steifer Konsistenz unterlagert wird.

Die exakte Schichtenfolge ist der Anlage 2 zu entnehmen. Den erkundeten Böden lassen sich die in Tabelle 2 enthaltenen repräsentativen Kennwerte zuordnen.

Tabelle 2: Bodenkennwerte und Zuordnungen – Auffüllung

Geologische Bezeichnung	Auffüllung		
	Ton/Schluff	Sand	Sand schluffig/tonig
Bodengruppe nach DIN 18196	[TM, UM]	[SU, ST]	[SU* _{o.P.} , ST* _{o.P.}]
Lagerung / Konsistenz	w...st	md...d	md
Durchlässigkeitswert k [m/s] nach Bialas Erfahrungswerte	10 ⁻⁸ ... 10 ⁻¹⁰	10 ⁻⁴ ... 10 ⁻⁶	10 ⁻⁶ ... 10 ⁻⁸
Durchlässigkeitsbereich nach DIN 18130	schwach bis sehr schwach durchlässig	durchlässig bis schwach durchlässig	durchlässig bis schwach durchlässig
Frostempfindlichkeit nach ZTVE StB 17	F 3	F 2	F 3

Tabelle 3: Bodenkennwerte und Zuordnungen – gewachsener Boden

Geologische Bezeichnung	Deck-/Verwitterungsschichten		
Bodenart	Ton/Schluff	Sand	Sand schluffig/tonig
Bodengruppe nach DIN 18196	TM, TA	SE, SU, ST	SU*_{o.P.}, ST*_{o.P.}
Lagerung / Konsistenz	st...hf	md...d	md
Durchlässigkeitswert k [m/s] nach Bialas		1*10 ⁻⁴ bis 3*10 ⁻⁴ *	
Erfahrungswerte	10 ⁻⁸ ... 10 ⁻¹⁰	10 ⁻⁴ ... 10 ⁻⁶	10 ⁻⁶ ... 10 ⁻⁸
Durchlässigkeitsbereich nach DIN 18130	schwach bis sehr schwach durchlässig	durchlässig bis schwach durchlässig	durchlässig bis schwach durchlässig
Frostempfindlichkeit nach ZTVE StB 17	F 3	F 1, F 2	F 3

* Einzelwerte, keine Mittelwerte, ** in Abhängigkeit von Verwitterungsgrad und Klüftung
md...mitteldicht, d...dicht, w...weich, st...steif, hf...halbfest, f...fest, o.P...ohne Plastizität

2.3 Hydrogeologische Verhältnisse

2.3.1 Grundwasserstände

Nach Beendigung der Aufschlussarbeiten im Oktober 2022 wurde der Wasserstand in den nachfolgenden Sondierbohrungen erkundet:

Tabelle 4: Übersicht der gemessenen Wasserstände

Aufschluss-Nr.	Ansatzhöhe [m NHN]	OK Wasserstand [m u. GOK]	OK Wasserstand [m NHN]	Bemessungswasserstand [m NHN]
Baugebiet				
BS 1	331,33	2,92	328,41	330,50 (südlicher Bereich)
BS 2	330,18	2,64	327,54	
BS 3	332,14	2,79	329,35	
BS 7	328,99	1,03	327,96	
BSV 3	328,57	0,90	327,57	
BS 8	327,18	2,10	325,08	325,50 (nördlicher Bereich)
BS 9	326,68	2,75	323,93	

Versickerungsanlage / Rückhaltebecken				
BS 11	323,63	3,00	320,63	321,50
BS 12	323,12	3,75	319,37	
BS 13	322,79	3,87	318,92	
BS 14	322,75	2,70	320,05	

Der Wasserstand wurden in den südlichen Bohrung BS 1 bis BS 3 im unteren Sand erbohrt und ist bis zum Bohrende um 0,30 m (BS 2) bis 1,30 m (BS 3) angestiegen. In der Bohrung BS 8 wurde bis zur Bohrendtiefe in 2,60 m unter GOK kein Wasser angetroffen. Nach Bohrende wurde ein Wasserstand 0,5 m über der Endtiefe bzw. 2,10 m unter GOK gemessen. Im Bereich der geplanten Versickerungsanlage wurde der Wasserstand zwischen 2,70 und 3,87 m unter GOK bzw. 318,92 bis 320,63 m NHN angetroffen.

Grundsätzlich sind im unteren Sand gespannte Wasserstände abhängig von der Niederschlags-situation und dem jahrzeitlichen Verlauf zu erwarten.

Beim angetroffenen Wasserstand handelt es sich um oberflächennahes Grundwasser, das sich im durchlässigen Sand über und unter den sehr gering durchlässigen Tonlagen staut und in Richtung Vorfluter (Kübelsbach / Altbach) nach Nordwesten und Nordosten fließt.

Entsprechend dem UmweltAtlas Bayern für Naturgefahren /U 9/ befindet sich das Untersuchungsgebiet außerhalb eines wassersensiblen Bereichs und eines festgesetzten Überschwemmungsgebietes. Westlich und östlich des Baugebungsplangebiets verläuft der angrenzende Kübelsbach bzw. Altbach innerhalb des wassersensiblen Bereiches.

Langjährige, kontinuierliche Aufzeichnungen des Grundwassers liegen im näheren Umfeld der Baumaßnahme nicht vor. Die jahreszeitliche Schwankung des Grundwasserspiegels ist erfahrungsgemäß mit 1 bis 1,5 m anzusetzen.

Unter Berücksichtigung der jährlichen Schwankungsbreite ist im **Bereich des Erschließungsgebiets** ein Bemessungswasserstand des oberflächennahen Grundwassers mit 330,50 m NHN im südlichen Bereich und 325,50 m NHN im nördlichen Bereich (inklusive 0,50 m Sicherheitszuschlag) anzusetzen. Dies entspricht einem Flurabstand von etwa 0,70 m bis 1,50 m.

Im Bereich des geplanten Rückhaltebeckens ist ein Bemessungswasserstand von 321,50 m NHN (inklusive 0,50 m Sicherheitszuschlag) anzusetzen, was einem Flurabstand von 1,20 bis 2,00 m entspricht.

Oberhalb des Grundwasserstandes kann Schicht- bzw. Kapillarwasser in schwach durchlässigen Sanden über stauenden Ton-/Schlufflagen in Abhängigkeit von der Niederschlagsituation auftreten.

2.3.2 Durchlässigkeit des Untergrundes / Versickerungsfähigkeit

Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 "Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser" /U 8/ sind Böden für Versickerungsanlagen geeignet, deren Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Werte) im Bereich von 10^{-3} bis 10^{-6} m/s liegt. Außerdem sollte die Mächtigkeit des Sickerraumes (Gesteinskörper, der zum Betrachtungszeitpunkt kein Grundwasser enthält), bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand grundsätzlich mindestens 1,0 m betragen, um eine ausreichende Sickerstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten.

Die Bestimmung der Durchlässigkeit kann nach Erfahrungswerten, Laborversuchen (Kornverteilung, Permeameter) oder durch Feldmethoden erfolgen. Je nach verwendeter Bestimmungs-methode werden gemäß DWA-A 138 Korrekturfaktoren zur Festlegung des Bemessungs- k_f -Wertes angegeben. Diese reichen von 0,2 für die Bestimmung der k_f -Werte aus der Kornverteilung bis 2,0 bei der Durchführung von Feldmethoden.

Im Bereich der geplanten Straßenflächen wurde im Bereich der Sondierbohrungen BSV 1 bis BSV 4 jeweils ein Versickerungsversuch nach USBR Earth Manual im unverrohrten Bohrloch durchgeführt. Nach Auswertung des durchgeführten Versickerungsversuchs wurde der k_f -Wert bestimmt. Mit Berücksichtigung eines Korrekturfaktors von 2,0 für Feldmethoden bzw. von 0,2 für Labormethoden zur Bestimmung des k_f -Wertes ergibt sich der mittlere Bemessungs- k_f -Wert. Die Ergebnisse der Versickerungsversuche sind in Anlage 4 dargestellt. In Tabelle 3 sind die Versuchs- und Bemessungs- k_f -Werte zusammengestellt.

Tabelle 5: Durchlässigkeitswerte (k_f -Werte)

Aufschluss	Tiefe von bis [m unter GOK]	Bodengruppe n. DIN 18196	k_f -Wert (Versickerungs- versuch) [m/s]	k_f -Wert (Siebung) [m/s]	k_f -Wert (Bemessung) [m/s]
BS V 1	0,50 – 1,00	SE	$2,1 \cdot 10^{-5}$	--	$4,2 \cdot 10^{-5}$
BSV 2	1,25 – 2,00	SU / ST	$2,2 \cdot 10^{-5}$	$3,5 \cdot 10^{-4}$	$4,4 \cdot 10^{-5}$
BSV 3	0,50 – 1,00	SU / ST	$1,1 \cdot 10^{-6}$	--	$2,1 \cdot 10^{-6}$
BSV 4	0,50 – 1,50	SU* / ST*	$9,3 \cdot 10^{-7}$	--	$1,9 \cdot 10^{-6}$

Aus Tabelle 3 ist ersichtlich, dass die gleichkörnigen bis schwach schluffig-tonigen Sande im Bereich von BSV 1 und BSV 2 als durchlässig nach DIN 18130 einzustufen sind. Der obere Sand weist eine ausreichende Durchlässigkeit nach DIN 18130 auf, besitzt jedoch nur eine geringe Schichtdicke im südlichen Bereich (BS 1 – BS 5) von etwa 0,85 m bis 1,40 m. Im nördlichen Bereich (BS 9, BS 10) wurde der obere Sand mit 2,5 m bis 2,8 m Dicke angetroffen. Grundsätzlich ist mit einem jahreszeitlichen Anstieg des oberflächennahen Wasserstandes auszugehen. Aufgrund der überwiegend durchlässigen, sandigen Böden in den Deckschichten ist nur eine oberflächennahe **Versickerung** gemäß DWA Arbeitsblatt A 138 und ATV-DWVK Merkblatt M 153 in Teilbereichen **möglich**.

Der untere Sand ist überwiegend wasserführend und eine Versickerung von Oberflächenwasser daher nicht möglich. In den Bereichen, in denen der Ton unterhalb des Oberbodens durchgehend angetroffen wurde ist eine **Versickerung** gemäß DWA Arbeitsblatt A 138 und ATV-DWVK Merkblatt M 153 **nicht darstellbar**.

2.4 Baugrundmodell

Auf Grundlage der Baugrunderkundung und von Erfahrungswerten lässt sich ein Baugrundmodell entwickeln, welches für die Bewertung der Baugrundverhältnisse herangezogen wird. Dabei wurden Böden mit annähernd gleichen bodenphysikalischen und bodenmechanischen Eigenschaften in Schichten mit den angegebenen Dicken zusammengefasst.

Tabelle 6: Baugrundmodell

Schicht		Schicht-Nr.	Bodengruppe lt. DIN 18196	Dicke
Auffüllung	Ton/Schluff, schwach sandig bis sandig, schwach kiesig bis kiesig weich bis steif	1.1	[TM, UM]	0,20...1,70 m
	Sand, schwach schluffig/tonig, schwach kiesig bis kiesig mitteldicht	1.2	[SU, ST]	0,20...0,40 m
	Sand, schluffig/tonig, z.T. schwach kiesig bis kiesig mitteldicht	1.3	[SU*, ST*]	0,45...1,20 m
Deck- /Verwitterungsschichten	Ton, z.T. sandig, z.T. kiesig steif bis halbfest	2.1	TM, TA	0,10...>4,45 m
	Sand, z.T. schwach schluffig/tonig mitteldicht bis dicht	2.2	SE, SU, ST	0,45...>3,85 m
	Sand, schluffig/tonig mitteldicht	2.3	SU*, ST*	0,35...1,10 m

2.5 Charakteristische Bodenrechenwerte

Den anstehenden Schichten können für erdstatische Berechnungen folgende Kenngrößen und Bodenrechenwerte gemäß Erfahrungswerten zugeordnet werden:

Tabelle 7: Charakteristische Bodenrechenwerte – Auffüllung

Geologische Bezeichnung	Auffüllung		
Bodenart	Ton / Schluff	Sand	Sand schluffig/tonig
Schicht	1.1	1.2	1.3
Bodengruppe nach DIN 18 196	[TM, UM]	[SU, ST]	[SU*, ST*]
Lagerungsdichte/ Konsistenz	weich bis steif	mitteldicht	mitteldicht
Wichte über Wasser (erdf.) γ_k [kN/m ³]	18	19	20
Wichte u. Wasser γ_k' [kN/m ³]	8	9	10
Reibungswinkel φ'_k [Grad]	20...22,5	32,5	30
Kohäsion c'_k [kN/m ²]	10...20	0	0
Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m ²] ¹⁾	2...4	20...30	20

Tabelle 8: Charakteristische Bodenrechenwerte – gewachsener Boden

Geologische Bezeichnung	Deck-/Verwitterungsschichten		
Bodenart	Ton / Schluff	Sand	Sand schluffig/tonig
Schicht	2.1	2.2	2.3
Bodengruppe nach DIN 18 196	TM, TA	SE, SU, ST	SU*, ST*
Lagerungsdichte/ Konsistenz	steif...halbfest	mitteldicht bis dicht	mitteldicht
Wichte über Wasser (erdf.) γ_k [kN/m ³]	18...19	19...20	20
Wichte u. Wasser γ_k' [kN/m ³]	8...9	9...10	10
Reibungswinkel φ'_k [Grad]	20...25	32,5...35	30
Kohäsion c'_k [kN/m ²]	20...30	0	0
Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m ²] ¹⁾	4...8	40...80	20

¹⁾ Die Angaben für den Steifemodul $E_{s,100}$ gelten bei einer Spannung $\sigma=100$ kN/m², die Ermittlung des spannungsabhängigen Steifemoduls $E_{s,k}$ ergibt sich nach der Gleichung:

$$E_S = E_{S,100kN/m^2} \left(\frac{\sigma}{100kN/m^2} \right)^w, \text{ wobei } w \text{ ein Parameter ist und } \sigma \text{ die betrachtete Spannung.}$$

Der Parameter w ist in Abhängigkeit der Bodenart zu wählen:

Organische Böden $w=0,85-1,0$ Tone $w=0,85-1,0$, Schluffe $w=0,80-0,95$, Sand/Kies $w=0,55-0,70$

2.6 Rammfähigkeit des Untergrunds

Die Rammfähigkeit der erkundeten Böden ist in der nachfolgenden Tabelle 5 zusammengefasst. Eine Klassifizierung der Böden hinsichtlich ihrer Rammfähigkeit (z.B. nach DIN-Norm) liegt nicht vor. Die nachfolgende Einschätzung der Tabelle 9 wurde auf der Grundlage der erkundeten Bodenarten, Lagerungsdichten bzw. Konsistenzen und den Erfahrungen des Baugrundgutachters vorgenommen.

Tabelle 9: Rammfähigkeit des Baugrundes

Schicht		Schicht-Nr.	Rammfähigkeit
Auffüllung	Ton/Schluff, schwach sandig bis sandig, schwach kiesig bis kiesig weich bis steif	1.1	mittelschwer
	Sand, schwach schluffig/tonig, schwach kiesig bis kiesig mitteldicht	1.2	mittelschwer bis sehr schwer
	Sand, schluffig/tonig, z.T. schwach kiesig bis kiesig mitteldicht	1.3	mittelschwer bis sehr schwer
Deck- Verwitterungsschichten	Ton, z.T. sandig, z.T. kiesig steif bis halbfest	2.1	leicht bis mittelschwer
	Sand, z.T. schwach schluffig/tonig mitteldicht bis dicht	2.2	mittelschwer bis schwer
	Sand, schluffig/tonig mitteldicht	2.3	mittelschwer bis schwer

Blöcke, große Steine wurden im Zuge der Bohrsondierungen nicht erkundet, sind jedoch in der Auffüllung nicht auszuschließen. In der Auffüllung können ggf. Fundament- und Bauschuttreste auftreten. Zur Festlegung der Rammtechnologie bzw. der Geräte empfehlen wir, vor Ausführung der Rammarbeiten Proberammungen durchzuführen. Eine messtechnische Begleitung ist vorzusehen. Die von uns durchgeführte Einschätzung schließt nicht die Erfahrung von Baubetrieben bei der Durchführung von Rammarbeiten bei ähnlichen Baugrundverhältnissen aus.

3 Kanalbau, Wasserversorgung, Entwässerungsanlagen

3.1 Allgemeine Angaben

Im Baugebiet Nr. 11, Westlich Oberschöllnbacher Hauptstraße ist die Errichtung von Verkehrs- und Entwässerungsanlagen sowie Wohngebäuden gemäß /U 2/ geplant. An der Südseite und an der Nordostseite erfolgt ein Anschluss an die bestehenden Straßen und Wohnbebauung. Die bestehenden Verkehrsflächen liegen im Süden an der Moselstraße mit ca. 331,8 m NHN und im Norden mit 324,5 m NN etwa auf Straßenniveau der parallel verlaufenden Oberschöllnbacher Hauptstraße.

Detaillierte Pläne zu den geplanten Höhen für die Erschließungsmaßnahme nicht vor. Zur Vorbemessung wird von den derzeitigen Geländehöhen ausgegangen. Durch den wechselnden Bodenaufbau wird die Aushubsohle der Kanäle und Schächte im **mitteldichten Sand** (Schicht 2.2/2.3, Bereich BS 4, BS 5, BS 7, BS 9 und BS 10) und im **steifen bis halbfesten Ton** (Schicht 2.1, Bereich BS 1, BS 2, BS 3, BS 6 und BS 8) liegen. Grundsätzlich sind die oberflächennahen Wasserstände zu berücksichtigen und eine Wasserhaltung für die Dauer der Bauzeit einzuplanen.

3.2 Bemessungswerte des Sohlwiderstandes und Setzungen / Gründung im Sand

Für eine einheitliche Gründung im gewachsenen, mindestens **mitteldichten Sand** sind die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes nach den gültigen Normen DIN EN 1997-1:2009-09, DIN EN 1997-1/NA:2012-12 und DIN 1054:2010-12 zu berücksichtigen.

Für den vereinfachten Nachweis eines Bauwerkes der Geotechnischen Kategorie 1 (GK1) sind die **Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands** für Streifenfundamente auf sandigem Boden gemäß Tabelle A 6.2 der DIN 1054:2010-12, Abschnitt A 6.10.2 anzusetzen. Die Anwendung der genannten Werte für die Bemessungswerte kann bei mittig belasteten Fundamenten zu Setzungen in der Größenordnung von 1 cm bis 2 cm führen.

Tabelle 10 **Bemessungswert des Sohlwiderstandes** für Streifenfundamente im Sand
(SE, SU, ST nach DIN 18196)

Kleinste Einbindetiefe des Fundamentes	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands [kN/m²] bei 0,50 m bis 2,00 m Fundamentbreiten		
	Breite der Streifenfundamente		
[m]	0,50	1,00	1,50
0,50	280	420	460
1,00	380	520	500

Bei Rechteckfundamenten mit einem Seitenverhältnis kleiner 2 und bei Kreisfundamenten dürfen die Tabellenwerte unter Beachtung der nachfolgenden Einschränkung um 20% erhöht werden. Ist der Abstand zwischen dem maßgebenden Grundwasserspiegel und der Gründungssohle kleiner

als die maßgebende Fundamentbreite, sind entsprechende Abminderungen des Bemessungswertes nach EC 7 / DIN 1054 vorzunehmen.

Bei Gründung über eine Bodenplatte im mitteldichten Sand kann unter Berücksichtigung eines 1,0 m breiten Laststreifens und einer mittleren Setzung von 1 cm ein Startwert für den rechnerischen **Bettungsmodul** (k_s) von etwa **21,0 MN/m³ bis 42,0 MN/m³** angesetzt werden.

Anmerkung: Der Bettungsmodul dient einer Vorbemessung und muss nach Vorliegen der genauen Pläne und Lastangaben des Bauwerkes anhand von Setzungsabschätzungen überprüft und gegebenenfalls präzisiert werden.

Einbau Bodenaustausch

- Bei Auftreten von bindigem Boden und schluffig/tonigem Sand ist ein Bodenaustausch von maximal 0,5 m Dicke auf den mitteldichten, gleichkörnigen und schwach schluffig-tonigen Sand vorzunehmen.
- Der Einbau des qualifizierten Bodenaustausches unter den Fundamenten muss mit gut abgestuftem, verdichtungsfähigem Material (z.B. Kalkbruch, RCL-Material mit Güte-/Unbedenklichkeitszeugnis) erfolgen. Ergänzend kann eine Schroppenlage in die Aushubsohle hohlraumfrei eingearbeitet werden, um eine zusätzliche Stabilisierung zu erreichen.
- Der Einbau des Bodenaustausches ist mit einem Überstand von 0,5 m und einem Lastabstrahlwinkel von 45° vorzusehen. Der Einbau ist lagenweise mit 0,3 bis 0,4 m Dicke vorzunehmen, so dass ein Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100 \%$ erreicht wird. Der Verdichtungserfolg ist nachzuweisen.
- Die Aushub- und Gründungsarbeiten sind von einem fachkundigen Geotechniker abzunehmen.

3.3 Bemessungswerte des Sohlwiderstandes und Setzungen / Gründung im Ton

Für eine einheitliche Gründung im gewachsenen, mindestens **steifen Ton** sind die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes nach den gültigen Normen DIN EN 1997-1:2009-09, DIN EN 1997-1/NA:2012-12 und DIN 1054:2010-12 zu berücksichtigen.

Für den vereinfachten Nachweis eines Bauwerkes der Geotechnischen Kategorie 1 (GK1) sind die **Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands** für Streifenfundamente auf tonigem Boden (TA-Boden) gemäß Tabelle A 6.8 der DIN 1054:2010-12, Abschnitt A 6.10.3 auf der sicheren Seite liegend anzusetzen. Die Anwendung der genannten Werte für die Bemessungswerte kann bei mittig belasteten Fundamenten zu Setzungen in der Größenordnung von 2 cm bis 4 cm führen.

Tabelle 11 **Bemessungswert des Sohlwiderstandes** für Streifenfundamente im plastischen Ton
(TA nach DIN 18196)

Kleinste Einbindetiefe des Fundamentes	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands [kN/m²] bei 0,50 m bis 2,00 m Fundamentbreiten		
	mittlere Konsistenz		
[m]	steif	halbfest	fest
0,50	130	200	280
1,00	150	250	340

Bei Rechteckfundamenten mit einem Seitenverhältnis kleiner 2 und bei Kreisfundamenten dürfen die Tabellenwerte unter Beachtung der nachfolgenden Einschränkung um 20% erhöht werden. Ist der Abstand zwischen dem maßgebenden Grundwasserspiegel und der Gründungssohle kleiner als die maßgebende Fundamentbreite, sind entsprechende Abminderungen des Bemessungswertes nach EC 7 / DIN 1054 vorzunehmen.

Bei Gründung über eine Bodenplatte im steifen Ton kann unter Berücksichtigung eines 1,0 m breiten Laststreifens und einer mittleren Setzung von 1 cm ein Startwert für den rechnerischen **Bettungsmodul** (k_s) von etwa **10 MN/m³ bis 20 MN/m³** angesetzt werden.

Anmerkung: Der Bettungsmodul dient einer Vorbemessung und muss nach Vorliegen der genauen Pläne und Lastangaben des Bauwerkes anhand von Setzungsabschätzungen überprüft und gegebenenfalls präzisiert werden.

Hinweis: Sollte wider Erwarten weicher Boden in der Aushubsohle angetroffen werden, ist ein qualifizierter Bodenaustausch von maximal 0,50 m Dicke auf den mindestens steifen Ton vorzunehmen.

3.4 Kanalrohr

Die Kanalsole wird zur Vorbemessung bei einer angenommenen Sohltiefe von 1,5 m bis 3 m unter derzeitigem Gelände im **Sand** mit wechselndem Feinanteil (SE, SU/ST, ST*/SU*) sowie im mindestens steifen **Ton** (TM, TL) angenommen.

Die schwach schluffig-tonigen und gleichkörnigen Sande weisen in der Regel eine gute Tragfähigkeit auf. Die Tone weisen in der Regel eine mittlere Tragfähigkeit auf. Um eine einheitliche Bettung zu gewährleisten, muss für die Kanalrohre im Ton eine mindestens 0,30 m dicke Tragschicht aus einem gut abgestuften und verdichtungsfähigen Mineralgemisch (z.B. Splitt, Kiessand) eingebaut und verdichtet werden. Im Sand ist die Tragschicht auf 0,20 m Dicke zu verringern.

Soll die Tragschicht auch als untere Bettungsschicht genutzt werden, so sollte das Größtkorn einen Korndurchmesser von 22 mm ($DN \leq 200$) bzw. 40 mm (bei $DN > 200$ bis $DN \leq 600$) gemäß DIN EN 1610 nicht überschreiten.

Es ist in jedem Fall eine Kornabstufung zu wählen, die gegenüber dem anstehenden Boden (Grabensohle/Wand) und der Kanalgrabenverfüllung filterstabil ist. Da jedoch mit den üblichen Lieferkörnungen eine filterstabile Ausbildung nur schwierig einzuhalten ist, empfehlen wir, die Tragschicht durch ein Filtervlies GRK 3 gemäß /U 13/ vom anstehenden Boden und der Kanalgrabenverfüllung zu trennen.

Alternativ kann unter Beachtung der DIN EN 1610 die untere Bettung aus **hydraulisch gebundenem Material** hergestellt werden.

Treten in der Aushubsohle aufgeweichte Böden auf, so müssen diese vollständig bis 0,5 m Tiefe entfernt und durch ein verdichtungsfähiges Mineralgemisch bzw. einen hydraulisch gebundenen Baustoff in Abstimmung mit dem geotechnischen Sachverständigen ersetzt werden.

3.5 Kanalstatik

Bei der statischen Berechnung der Kanäle entsprechend ATV-DVWK-Regelwerk A 127 müssen unterschiedliche **Verformungsmoduli E1 bis E4** angesetzt werden.

Bei einer offenen Bauweise sind die Verformungsmoduli E1 bzw. E2 von der Kanalgrabenverfüllung abhängig. Dabei sind das verwendete Material sowie die den Überschüttungsbedingungen und Einbettungsbedingungen entsprechende Verdichtungsgrade zu berücksichtigen.

Für den neben dem Graben anstehenden Boden ist – in Abhängigkeit vom jeweiligen Bodenaufbau – ein unterschiedlicher Verformungsmodul E3 bzw. E4 anzusetzen. Die hier auftretenden Bodenarten können dem Abschnitt 2.2 entnommen werden. Die Verformungsmoduli E3 und E4 (= anstehender Boden) nach ATV-DVWK A 127 können aus der unter Abschnitt 2.5 angegebenen Steifeziffer nachfolgender Beziehung abgeleitet werden: $\text{Steifeziffer} \times 0,75 \approx \text{Verformungsmodul E3 bzw. E4}$. Für den mitteldichten, schwach z.T. schluffig/tonigen Sand ergibt sich daraus ein Verformungsmodul von etwa 30 MN/m² und für den schluffig/tonigen Sand ein Verformungsmodul von 15 MN/m². Für den halbfesten Ton ergibt sich ein Verformungsmodul von etwa 6 MN/m² und für den steifen Ton von etwa 3 MN/m².

Für die Berechnung der Rohrstatik ist der Ansatz von günstigen Einbaubedingungen grundsätzlich problematisch. Wenn hier keine entsprechende Qualitätssicherung erfolgt, sollten grundsätzlich für den Einbau nur Dammbedingungen angesetzt werden.

3.6 Wiederverfüllung Kanalgraben

3.6.1 Leitungszone

Zur Verfüllung der Leitungszone dürfen gemäß DIN EN 1610 körnige, ungebundene Baustoffe mit den unter Abschnitt 3.3 genannten Anforderungen hinsichtlich der einzuhaltenden Korngrößen sowie hydraulisch gebundene Baustoffe verwendet werden. Andere Baustoffe dürfen nur dann eingesetzt werden, wenn ihre Eignung entsprechend DIN EN 1610 geprüft ist.

Bei der Verdichtung des in der Leitungszone eingebauten Bodens muss gemäß ZTVE-StB 17 ein Verdichtungsgrad D_{Pr} von 97 % erreicht werden.

3.6.2 Hauptverfüllung

Der Bodenaushub besteht aus Sand mit wechselndem Feinanteil (SE, SU, ST-Boden, SU*/ST*-Boden) und Ton/Schluff (TM, TA -Boden).

Der schluffig-tonige Sand (SU*/ST*-Boden) und Schluff/Ton (TM, TA - Boden) ist nur bedingt bzw. unter optimalen Bedingungen zur Verfüllung geeignet. Bei erhöhtem Wassergehalt kann der schluffig-tonige Sand und Schluff/Ton baupraktisch nicht mehr bearbeitet werden. Ein Einbau unter belasteten Flächen kann nur mit Bodenverbesserung erfolgen (s. Abs. 3.7). Ohne Bodenverbesserung sind die genannten Böden nur für eine Wiederverfüllung von später nicht belasteten Flächen (z. B. Grünflächen) geeignet.

Der gleichkörnige, teilweise schwach schluffig/tonige Sand (SE, SU, ST) ist aufgrund seiner guten Verdichtbarkeit (überwiegend Verdichtbarkeitsklasse 1 nach ZTV A-StB 12) für die Wiederverfüllung von belasteten Flächen (z.B. Kanalgräben) geeignet.

Zum Verfüllen der Kanalgräben im Straßenbereich ist i.d.R. ein gut verdichtbares und abgestuftes Material (siehe Anhang 1 nach ZTV A-StB 12) zu verwenden. Das Material ist lagenweise einzubauen und mit geeignetem Gerät zu verdichten. Es sind die gemäß ZTVE-StB 17 geforderten Vorgehensweisen einzuhalten sowie die Verdichtungsgrade gemäß Abschnitt 4.3.2, Tab. 4 gemäß /U 11/ und /U 12/ zu erreichen und nachzuweisen.

Grundsätzlich sind die Verdichtungsanforderungen der ZTVE-StB 17 mit $D_{Pr} = 97 \%$ in der Hauptverfüllung problematisch. Gerade bei den häufig angelieferten Sanden kann das zu späteren Nachsackungen und entsprechenden Schäden in der Straße führen. Wir empfehlen, einen Verdichtungsgrad von 100 % der einfachen Proctordichte zu fordern.

Generell muss beim Einbau eine satte Verbindung ohne Auflockerungen zwischen der eingebrachten Kanalgrabenverfüllung und dem umgebenden Boden erreicht werden.

3.7 Bodenverbesserung

Neben den unter 3.4 genannten Mineralstoffen können alternativ auch die beim Aushub anfallenden schluffig-tonigen Sande und Ton-/Schlufflagen wieder eingebaut werden. Um geeignete Einbaubedingungen (=optimale Proctorwassergehalte) sicherzustellen, ist eine Bodenverbesserung der genannten Böden mit einem geeigneten Bindemittel (z.B. Baukalk, Mischbindemittel) entsprechend /U 14/ vorzusehen.

Nach der Bodenverbesserung können die genannten Böden in der Hauptverfüllung eingebaut werden. Gemäß ZTVE-StB 17 muss dann nach Abschnitt 4.3.2, Tab. 4 bis 0,5 m unter Planum ein Verdichtungsgrad von $\geq 97\%$ erreicht werden.

Darüber hinaus ist stabilisierter Boden grundsätzlich als Baustoff für die Leitungszone gemäß DIN EN 1610 geeignet. Gemäß der ZTVE-StB 17 muss ein Verdichtungsgrad von mindestens 97% der einfachen Proctordichte erreicht werden.

Vor Durchführung der Bodenverbesserung ist eine **Eignungsprüfung** an den vorliegenden Böden gemäß /U 14/ durchführen, um klare Entscheidungsgrundlagen und Planungssicherheit vor der Bauausführung zu schaffen. Auf Grundlage der Eignungstests kann das geeignete Mischbindemittel ausgewählt und die Ergebnisse in einer Stellungnahme zusammenfasst werden.

Für eine erfolgreiche Bodenverbesserung muss eine Qualitätssicherung erfolgen, die neben der Eigenüberwachung auch Kontrollprüfungen umfassen muss. Im Rahmen der Baubegleitung muss die Kontrolle der Verdichtung, der Bindemittelzugabe usw. durchgeführt werden.

4 Straßenbau

4.1 Allgemeine Angaben und Höhen

Im Baugebiet BP NR. 11 - Westliche Oberschöllnbacher Hauptstraße an der ist die Errichtung von Verkehrs- und Entwässerungsanlagen sowie Wohngebäuden gemäß /U 2/ geplant. An der Südseite und an der Nordostseite erfolgt ein Anschluss an die bestehenden Straßen und Wohnbebauung. Die bestehenden Verkehrsflächen liegen mit ca. 331,8 m ü. NN im Süden an der Moselstraße und mit ca. 324,5 m ü. NN im Norden etwa auf Straßenniveau der parallel verlaufenden Oberschöllnbacher Hauptstraße. Detaillierte Pläne zu den geplanten Höhen für die Erschließungsmaßnahme nicht vor. Zur Vorbemessung wird von den derzeitigen Geländehöhen ausgegangen.

Für den geplanten Bodenauftrag sind die Anforderungen an das Verdichtungen gemäß ZTVE-StB 17, Abs. 4.3.2, Tabelle 4 grundsätzlich zu beachten. Aus gutachterlicher Sicht empfehlen wir erhöhte Anforderungen gegenüber der o.g. Tabelle 4 anzusetzen, um die zu erwartenden Setzungen bei Bodenauftrag zu vermindern. Der Bodenaufbau im Auftrags-/Dammbereich ist mit

gut abgestuftem, verdichtungsfähigem Material (z.B. Kalkbruch, RCL-Material mit Güte-/Unbedenklichkeitszeugnis) lagenweise vorzunehmen, dass ein Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100 \%$ erreicht wird. Der Verdichtungserfolg ist nachzuweisen.

4.2 Bemessung des frostsicheren Straßenaufbaus nach RStO 12

Der angetroffene Untergrund im überwiegenden Bereich des geplanten Baugebietes ist aufgrund des meist schwach schluffigen Sandes im oberflächennahen Bereich als F2-Boden gemäß ZTVE-StB 17 anzusetzen. In Teilbereichen (BS 6, BS 8, BS 9) tritt oberflächennah (bis 1,05 bzw. 4,75 m Tiefe) zum Teil sandiger Ton/Schluff bzw. schluffig/toniger Sand auf, der als F3-Boden gemäß ZTVE-StB 17 einzustufen ist. Aufgrund der Verteilung der Böden ist sinngemäß ZTVE-StB 17 für das Planum von einem F3-Boden auszugehen. Der frostsichere Straßenoberbau muss nach RStO 12 die folgenden Mindestdicken aufweisen:

Tab. 12: Frostsicherer Straßenaufbau

Frostempfindlichkeitsklasse n. ZTVE-StB 17	Dicke in [cm] bei Belastungsklasse		
	Bk100 bis Bk10	Bk3,2 bis Bk1,0	Bk0,3
F 3 (schluffig-toniger Sand, Schluff, Ton)	65	60	50

Hierbei sind noch ggf. die Mehr- oder Minderdicken durch den Fachplaner gemäß RStO 12, Tab. 7 /U 15/ zu berücksichtigen. Das Bauvorhaben liegt nach RStO 12 in Frosteinwirkungszone II.

Das Grundwasser wurde zwischen 1,03 und 2,92 m unter Gelände angetroffen. Im Zuge von extremen Niederschlagsereignissen ist ein Anstieg nur lokal bis etwa 0,50 m unter derzeitigem Gelände auszugehen (siehe Abs. 2.3.1).

Hinweis: Grundsätzlich wird sich bei Aushub zeigen, inwieweit bindiger Sand und Ton (F 3-Boden) nur in geringen Teilbereichen vorliegt und lokal ausgetauscht werden kann. Sofern überwiegend F2-Boden im Planum auftritt, kann die Bemessung des frostsicheren Straßenaufbaus in Abstimmung mit dem Bauherrn, Fachplaner und dem geotechnischen Sachverständigen angepasst werden.

Für Verkehrsflächen mit PKW-Verkehr einschließlich geringem Schwerverkehr ist unter Berücksichtigung der **Belastungsklasse BK 0,3**, der Frosteinwirkungszone II und der Wasserstände im Untergrund **ein frostsicherer Straßenaufbau von 0,60 m** gemäß /U 15/ anzusetzen.

Für Verkehrsflächen mit Berücksichtigung der **Belastungsklasse BK 1,8**, der Frosteinwirkungszone II und der Wasserstände im Untergrund **ein frostsicherer Straßenaufbau von 0,70 m**

gemäß /U 15/ anzusetzen. Für die Fahrstraßen mit einer **Asphaltdecke** und die Parkflächen mit einer **Pflasterdecke** sind die Bauweisen nach RStO 12, Tafel 1 und Tafel 3 /U 15/ zu berücksichtigen.

4.3 Erdplanum

4.3.1 Anforderungen und Tragfähigkeit des Erdplanums

Auf dem Planum ist nach RStO 12 und ZTVE-StB 17 ein E_{v2} -Verformungsmodul von mindestens 45 MN/m² erforderlich, um die in der RStO 12 ausgewiesenen Schichtdicken ansetzen zu können. Dieser Wert kann erfahrungsgemäß auf bindigen Böden (Ton, Schluff, schluffig-tonige Sand) nicht erreicht werden. Diese Böden sind durch Bodenaustausch / Bodenverbesserung zu ersetzen.

Der o.g. Wert kann erfahrungsgemäß bei den im Untergrund anstehenden SE-/SU-/ST-Böden durch Nachverdichtung erreicht werden. Grundsätzlich ist der optimale Wassergehalt bei der Verdichtung und der Einsatz von angepasstem Gerät zu beachten. Der Verdichtungserfolg ist nachzuweisen. Wird wider Erwarten keine ausreichende Tragfähigkeit auf dem Sand erreicht, ist gemäß ZTVE-StB 17 ggf. eine Verstärkung des Oberbaus oder eine Bodenverbesserung mit einem geeigneten Bindemittel erforderlich.

4.3.2 Bodenverbesserung

Nach Erfahrungswerten ist die Bodenverbesserung mit Bindemittel wesentlich kostengünstiger (Einsparung um bis zu 50% gegenüber Bodenaustausch), da es hierbei im Gegensatz zur Verstärkung des Oberbaus zu keinem Mehraushub und zusätzlichen Entsorgungskosten sowie kein zusätzliches Material für den Bodenaustausch benötigt wird. Auch ist die Bodenverbesserung wesentlich schneller durchzuführen, so sind Tagesleistungen pro Gerät bis ca. 4000 m² anzusetzen.

Nach einer qualifizierten Bodenverbesserung werden auf dem Planum die geforderten 45 MN/m² (E_{v2} -Wert) sicher erreicht und erfahrungsgemäß Werte über 60 MN/m² nachgewiesen. Damit ist der Einbau des Straßenoberbaus als unproblematisch anzusehen und es besteht eine hohe Planungssicherheit. Weiterhin wird bei einer Bodenverbesserung die Tragfähigkeit des Planums auf Dauer und damit die Lebensdauer der Straßen erhöht. Erfolgt eine Bodenverbesserung des im Planum anstehenden Bodens mit Bindemittel so kann für den verbesserten Boden das Planungsgefälle auf 2,5 % nach den ZTVE-StB 17 reduziert werden.

Ergänzend wird auf die Durchführung einer **Eignungsprüfung** an den vorliegenden Böden gemäß /U 14/ empfohlen, um klare Entscheidungsgrundlagen und Planungssicherheit vor der Bauausführung zu schaffen (siehe Abs. 3.6): Für eine erfolgreiche Bodenverbesserung muss eine Qualitätssicherung erfolgen, die neben der Eigenüberwachung auch Kontrollprüfungen umfassen

muss. Im Rahmen der Baubegleitung muss die Kontrolle der Verdichtung, der Bindemittelzugabe usw. durchgeführt werden.

4.3.3 Erhöhung der ungebundenen Tragschicht

Kommt die Verstärkung des Straßenoberbaus zur Ausführung, so empfehlen wir die tatsächlich erforderliche Dicke des Oberbaus zu Beginn der Baumaßnahme in einem Versuchsfeld (Bodenaustausch und Straßenoberbau) auf Grundlage von Verdichtungskontrollen festzulegen.

Zur Vorbemessung muss nach Untersuchungen von FLOSS /U 12/ von Verstärkungen um 0,20 m bis 0,50 m ausgegangen werden, wobei noch die Bauweise des Oberbaus und die entsprechenden Verformungsmoduli sowie die verwendeten Mineralgemische berücksichtigt werden müssen. Unter ungünstigen Witterungsverhältnissen können auch höhere Dicken notwendig werden. In Anlehnung an die ZTVE-StB 17 kann der Nachweis auf dem Planum entfallen. Die Verdichtungskontrolle ist auf der OK Tragschicht vorzunehmen.

4.4 Anforderungen für Tragfähigkeiten

Für die Bemessung des Straßenaufbaues insgesamt sollte beachtet werden, dass die geforderten Tragfähigkeiten auf der Tragschicht nur erreicht werden können, wenn bereits im Planum die geforderte Tragfähigkeit erreicht wurde.

Folgende Tragfähigkeitswerte müssen nach RStO 12, Tafel 1, Zeile 1 nachgewiesen werden:

OK Planum:	$E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$
OK Frostschuttschicht	$E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2 \text{ (Bk 0,3) /}$ $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2 \text{ (Bk 1,8)}$

Die o.g. Tragfähigkeitswerte dienen zur Vorbemessung und sind entsprechend der endgültigen Bauweise gemäß /U 15/ anzupassen. Im Vorfeld sind Versuchsfelder für die beschriebenen Bauweisen anzulegen.

5 **Bauausführung**

5.1 **Baugrubensicherung, Wasserhaltung während der Bauzeit**

Aufgrund der angetroffenen Wasserstände sind Maßnahmen zur Wasserhaltung für die Baugrube der Kanaltassen während der Bauzeit vorzuhalten, um eine erforderliche Absenkung des Grundwasserstandes bis mindestens 0,5 m unter die Aushubsohle sicherzustellen. Dies betrifft insbesondere den zentralen Bereich des Baugebietes bei Bohrung BS 7. Hier wurde der Wasserstand mit 1,03 m unter Gelände deutlich höher im Vergleich zu den übrigen Bohrsondierungen angetroffen.

Eine **offene Wasserhaltung mit Pumpensumpf** ist bei Auftreten von Grundwasser in der Baugrubensohle und für die rückstaufreie Ableitung von Oberflächenwasser nach Starkniederschlägen zwingend einzuplanen und vorzuhalten. Ein Auftreten von Schicht- und Kapillarwasser ist nach den Erkundungen nicht zu erwarten, kann jedoch nicht ausgeschlossen werden.

Steigt der Grundwasserstand im Zuge von extremen Niederschlagsereignissen etwa 0,50 bis 1,0 m über die Aushubsohle an, sind die Arbeiten einzustellen und die Baugrube ist zu fluten. Alternativ ist im Trassenverlauf oder in der Baugrube eine **geschlossene Wasserhaltung** (Vakuumanlage mit Spülfilterlanzen, Bohrbrunnen) einzubauen.

Unter Beachtung der DIN 4124 kann im gewachsenen Sand mit 45° und im Ton/Schluff mit 60° geböscht werden. Die genannten Angaben gelten für Bodenmaterial im erdfeuchten Zustand und bis 5 m Böschungshöhe. Die Böschungen sind gegen Erosion durch Oberflächenwasser zu schützen.

Werden wider Erwarten Schichtwasseraustritte und/oder aufgeweichte Bereiche in der Böschung angetroffen, ist die Böschung in Abstimmung mit dem geotechnischen Sachverständigen abzuflachen und ein Schwerkraftfilter (= vorgeschütteter Kiesstützkeil, Körnung 16/32 auf Filtervlies) einzubauen.

Entsprechend DIN 4124 muss bei höheren Böschungen oder wenn der zulässige Abstand zur Böschung bei Lasteintrag durch Verkehrslasten (z.B. Kran, LKW) nicht eingehalten werden kann, die Standsicherheit der Böschung rechnerisch nach DIN 4084 nachgewiesen werden. Für Berechnungen sind die Bodenrechenwerte in Tabelle 6, Abschnitt 2.5 zu verwenden. Für den Verbau und die Ausbildung der Baugrube sind die Hinweise der DIN 4124 sowie des Arbeitskreises „Baugruben“ (EAB) der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau zu beachten /U 19/.

Hinweis: Für die Ableitung des anfallenden Wassers ist eine sichere und rückstaufreie Vorflut und eine Rückhaltung der Feinanteile (Absetzbecken) vorzusehen. Der Grundwasserstand ist vor

Baubeginn im Baggerschurf zu prüfen und danach sind die erforderlichen Maßnahmen zur Wasserhaltung und eine Beweissicherung an den Nachbargebäuden im Einflussbereich einer Wasserhaltung abzustimmen.

5.2 Beweissicherung

Vor Beginn muss eine Beweissicherung an den Nachbargebäuden im Einflussbereich einer evtl. erforderlichen Wasserhaltung erfolgen. Sobald die hydraulische Berechnung zur Wasserhaltung vorliegt, sind die betroffenen Nachbargebäude für eine Beweissicherung auszuwählen.

5.3 Auftriebssicherheit

Da die Gründungssohlen unter den in Abschnitt 2.3 genannten Wasserständen liegen, muss für die Dauer der Bauzeit eine Auftriebssicherheit erfolgen. Auch für den Endzustand müssen die in Abschnitt 2.3 genannten Grundwasserstände zur Bemessung der Auftriebssicherheit berücksichtigt werden.

5.4 Bautechnische Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen

Der bindige Boden (Ton/Schluff, TM/TA, schluffig/toniger Sand SU*/ST*) ist aufgrund seiner schlechten Verdichtbarkeit gemäß ZTV A-StB 12 nur für die Wiederverfüllung von später nicht belasteten Flächen (z. B. Grünflächen) geeignet. Bei Bodenverbesserung der Aushubböden kann der Einbau auch unter belasteten Flächen erfolgen (z. B. unter Zugabe von Kalk-/Zement, Mischbindemittel, siehe Abs. 3.6 und Abs. 5.3).

Der gleichkörnige und der schwach schluffige Sand (SE, SU, ST) der Verwitterungsschicht sind aufgrund der guten Verdichtbarkeit für die Wiederverfüllung von belasteten Flächen (z. B. Kanalgräben) geeignet.

6 Abdichtung, Dränage

Gebäudeteile unter Grundwasser

Im Zuge langanhaltender Niederschläge bei Hochwasserereignissen ist ein Bemessungswasserstand des Grundwassers mit 330,50 m NHN (südlicher Bereich) bzw. 325,50 m NHN (nördlicher Bereich) anzusetzen (siehe Abs. 2.3). Dies entspricht jeweils einem Flurabstand von etwa 1,0 m bezogen auf die derzeitige Geländeoberfläche. Bei Einbindung von Bauwerken unter dem o.g. Bemessungsgrundwasserstand, muss eine **Wassereinwirkungsklasse W2.2-E** für **drückendes Wasser** gemäß DIN 15 533 angesetzt werden. Hierbei muss eine Abdichtung gegen drückendes Wasser gemäß DIN 1045 bzw. der aktuellen Fachliteratur (dichte Wanne in WU-Bauweise, weiße Wanne, Sperrbetonwanne) oder DIN 15 533 vorgesehen werden.

Gebäudeteile über Grundwasser

Die Gebäudeteile über dem genannten Bemessungswasserstand des Grundwassers binden z.T. in gering durchlässige Schichten (Schluff, Ton, schluffig/toniger Sand mit einem Durchlässigkeitsbeiwert $< 1 \cdot 10^{-4}$ m/s) ein. Daher ist für die erdberührenden Bauteile gemäß DIN 18 533 die **Wassereinwirkungsklasse W1.2-E** für nicht drückendes Wasser nur in Verbindung mit einer Dränage nach DIN 4095 anzusetzen. Das anfallende Dränwasser muss einer sicheren und rückstaufreien Vorflut zugeführt werden.

Wird auf eine Dränage nach DIN 4095 verzichtet, so ist der Einwirkungsgrad **W2.1-E** für **drückendes Wasser** gemäß DIN 18 533 anzusetzen. Voraussetzungen dabei sind, dass die erdberührten Bauteile maximal bis 3,0 m unter Gelände reichen.

In den Außenanlagen sind entsprechende Gefälle vom Gebäude und/oder mit Schotter gefüllte Gräben vorzusehen, um dem Gebäude zufließendes Oberflächenwasser abzuleiten. Generell muss sichergestellt werden, dass kein Rückstau des Wassers zum Gebäude eintritt.

7 Abfalltechnische Betrachtungen / Bewertung Bodenaushub

7.1 Probenahme Abfalltechnik / Chemische Untersuchungen

Im Zuge der Baumaßnahmen fällt Bodenaushubmaterial an, das verwertet bzw. beseitigt werden muss. Das Ziel der umwelttechnischen Untersuchungen ist, dem Auftraggeber einen orientierenden Überblick über die Belastungssituation des von den Baumaßnahmen betroffenen Bereichs zu liefern. Es umfasst die Beurteilung des bei den vorzunehmenden Rückbau- und Aushubarbeiten anfallenden Bodens unter abfallrechtlichen Gesichtspunkten.

Das im Zuge der Baumaßnahme anfallende Aushub- und Abbruchmaterial ist auf Haufwerken zwischenzulagern und abfalltechnisch zu bewerten.

Aus den Bohrungen BS 1 bis BS 10 wurden Proben aus dem gewachsenen Boden (Sand und Ton/Schluff) entnommen und zu zwei Mischproben gemäß Homogenbereiche für eine **orientierende abfalltechnische Einstufung** des Bodenaushubs vereint. Die Probenzusammenstellung ist Tabelle 11 zu entnehmen:

Tabelle 13: Übersicht Mischprobenzusammenstellung

Proben- bezeichnung	Bereich	Herkunft der Probe	Parameter
MP 1	Bodenaushub Straße/Kanal gewachsener Sand	BS 1 / 0,25 – 1,35 m BS 1 / 2,80 – 4,50 m BS 2 / 0,20 – 1,05 m BS 2 / 2,95 – 4,95 m BS 3 / 0,35 – 1,75 m BS 3 / 4,10 – 4,25 m BS 4 / 0,30 – 2,70 m BS 5 / 0,25 – 1,85 m BS 7 / 0,30 – 4,15 m BS 9 / 0,30 – 2,80 m BS 10 / 0,30 – 3,10 m	EPP / Verfüll-Leitfaden
MP 2	Bodenaushub Straße/Kanal gewachsener Ton	BS1 / 1,35 – 2,80 m BS 2 / 1,05 – 2,95 m BS 3 / 1,75 – 4,10 m BS 4 / 0,20 – 0,30 m BS 6 / 0,30 – 4,75 m BS 8 / 0,25 – 2,60 m BS 9 / 2,80 – 4,50 m BS 10 / 3,10 – 5,00 m	EPP / Verfüll-Leitfaden

Die Einzel- und Mischproben wurden bis zur Durchführung der Analytik durchgängig gekühlt und lichtgeschützt aufbewahrt. Die Übergabe an das Prüflabor Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH, Markt Rettenbach (akkreditiertes Labor nach DIN EN ISO/IEC 17025), erfolgte am 11.11.2022. Die Bodenmischproben MP 1 und MP 2 wurden gemäß Leitfaden zur

Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen (Bayerisches Eckpunktepapier) chemisch untersucht.

7.2 Untersuchungsergebnisse

Das untersuchte Material ist gemäß dem Leitfaden zur Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen (Bayerisches Eckpunktepapier) wie folgt einzustufen:

Tabelle 14: Einstufung Boden

Probenbezeichnung:	MP 1 Sand	MP 2 Ton
Prüfberichtsnummer:	583/0434	583/0435
Herkunft	BS 1 bis BS 5, BS 7, BS 9, BS 10	BS 1 bis BS 4, BS 6, BS 8 bis BS 10
Einstufung nach EPP	Z 0	Z 0
Maßgebender Wert:	---	---
AVV-Abfallschlüssel	17 05 04 „Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen“	17 05 04 „Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen“

Das **Bodenmaterial** der **Mischproben MP 1 und MP 2** ist gemäß Bayerischem Eckpunktepapier dem **Zuordnungswert Z 0** zuzuordnen. Hierbei wurden keine einstufigsrelevanten Parameter festgestellt.

Hinweis: Der Bodenaushub im Bereich des geplanten Regenrückhaltebeckens ist auf Grundlage der ergänzenden Bohrsondierungen im Rahmen der weiteren Planung zu untersuchen, um für diesen Bereich ebenfalls eine **orientierende abfalltechnische Einstufung** zu erhalten.

7.3 Ergebnisbewertung und Empfehlungen

Bewertungsgrundlagen

Sowohl die umwelttechnischen Untersuchungen als auch die abfallrechtliche Beurteilung erfolgten auf Basis der gesetzlichen Vorschriften unter Zugrundelegung der für Bayern gültigen Fassung der Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20: „Anforderungen an die stoffliche Verwertung“ /U 17/. Entsprechend den festgelegten Stoffgehalten bzw. Messwerten wird nach TR – LAGA bzw. „Leitfaden zur Verfüllung von Gruben und Brüchen, sowie Tagebauen“ für zur Verfüllung bei bodenähnlichen Anwendungen oder zur Verwertung in technischen Bauwerken vorgesehenes Material in die Einbauklassen Z 0 – Z 2 eingestuft.

Die Einstufung des Materials in die jeweilige Einbauklasse erfolgt auf der Grundlage der ermittelten Analysenwerte. Maßgebend für die Einstufung bzw. Festlegung des Entsorgungszieles

(Beseitigung oder Verwertung) ist der höchste Zuordnungswert bzw. die sich daraus ergebende höchste Einbauklasse.

Verwertung / Entsorgung

Die Verwertung / Entsorgung der Bodensubstanz richtet sich nach den Zuordnungswerten der Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20 - Anforderung an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen, 06.Nov. 1997. Hierbei werden nachfolgende Einbauklassen unterschieden:

uneingeschränkter Einbau Z 0

Verzicht auf den Einbau in Kinderspielplätzen, Sportanlagen, Schulhöfen, gärtnerisch und landwirtschaftlich genutzte Flächen, Trinkwasserschutzgebiete (Zone I+II).

eingeschränkter offener Einbau Z 1

Zuordnungswert Z 1.1:

bei Einhaltung der entsprechenden Werte ist ein Einbau auf nutzungsunempfindlichen Flächen möglich (z.B. bergbauliche Rekultivierungsgebiete, Straßenbau und begleitende Erdbau- maßnahmen, Industrie-, Gewerbe- und Lagerflächen).

Zuordnungswert Z 1.2:

bei Einhaltung der entsprechenden Werte ist ein Einbau in hydrogeologisch günstigen Gebieten möglich (Grundwasserleiter wird durch ausreichend mächtige, gering durchlässige Deckschichten überlagert).

eingeschränkter Einbau mit technischen Sicherungsmaßnahmen Z 2

bei Einhaltung der entsprechenden Werte ist ein Einbau in z.B. Straßen- und Wegebau, Lärmschutzwällen, Straßendämme unter technischen Sicherungsmaßnahmen möglich. Recycling- baustoffe und nicht aufbereiteter Bauschutt dieser Klasse dürfen nicht in Dränschichten oder zur Verfüllung von Leitungsgräben ohne technische Sicherungsmaßnahmen verwendet werden.

Bei Überschreitung der Werte ist eine Verwertung (offener Einbau mit Sicherungsmaßnahmen) nicht zulässig. Das Material ist einer geeigneten Deponie zuzuführen.

7.4 Hinweise zum Bodenaushub / Abfalltechnik

Die Entsorgung des Bodenaushubs im Rahmen der Baumaßnahme ist nur durch Haufwerksbeprobungen abschließend vorzunehmen. Es wird empfohlen nach Beginn der Erdarbeiten entsprechende Haufwerke des Aushubmaterials getrennt nach den Homogenbereichen anzulegen und diese zur Charakterisierung der Gesamtheit gemäß Zielsetzung nach LAGA PN 98 und dem Merkblatt „Deponie-Info 3“ zu untersuchen.

Alternativ können Baggerschürfe vor Baubeginn für eine In-Situ Beprobung vorgenommen werden. Dieses Vorgehen ist jedoch im Vorfeld mit dem Erdbauer und dem Deponiebetreiber abzustimmen.

8 Homogenbereiche für Erdarbeiten (EAB)

Gemäß VOB – Teil C /U 18/ sind Boden und Fels entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen in Homogenbereiche einzuteilen. Der Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für das jeweilige Baugewerk bzw. Bauverfahren vergleichbare Eigenschaften aufweist. Für die Homogenbereiche sind Eigenschaften und Kennwerte sowie deren ermittelte Bandbreite anzugeben.

Die im Untersuchungsbereich anstehende Schichtenfolge wird nachfolgend auf der Grundlage des erarbeiteten Baugrundmodells (siehe Abschnitt 2.4) und von Erfahrungswerten in Homogenbereiche gemäß VOB – Teil C für das Gewerk Erdarbeiten (EAB, Geotechnische Kategorie 1) gemäß DIN 18300:09-2016 eingeteilt.

Nachfolgend sind die Homogenbereiche für den vorgesehenen Bodenaushub gemäß der aktuellen DIN 18 300:09-2016 zur Vorbemessung mit den Klassen ERD A bis ERD E für dieses Bauvorhaben aufgeführt. Ergänzend ist die Bodenklassifizierung nach DIN 18196 und die Zuordnung nach den Bodenklassen 1 bis 7 nach DIN 18300 alt ausgewiesen. Der Oberboden ist mit der aktuellen DIN 18320:08-2015 (Landschaftsbauarbeiten) für Oberbodenarbeiten zu erfassen.

Tabelle 15: Übersicht Homogenbereiche für den geplanten Bodenaushub (Erdarbeiten)

Schicht-Nr.	Schichten	Bodengruppen DIN 18196	Homogenbereiche Erdarbeiten	Bodenklassen DIN 18300alt
1.1	Auffüllung Ton/Schluff, schwach sandig bis sandig, schwach kiesig bis kiesig weich bis steif	[TM, UM]	ERD A	4
1.2 / 1.3	Auffüllung Sand, schwach schluffig/tonig bis schluffig/tonig, schwach kiesig bis kiesig locker bis mitteldicht	[SU, ST] [SU*, ST]	ERD B	3, 4
2.1	Ton, z.T. sandig, z.T. kiesig weich bis fest	TM, TA	ERD C	4
2.2	Sand, z.T. schwach schluffig/tonig locker bis dicht	SE, SU, ST	ERD D	3
2.3	Sand, bis schluffig/tonig locker bis dicht	SU*, ST*	ERD E	4
--	Oberboden	OH, OU	ERD O	1

Die Einteilung in Homogenbereiche muss mit fortgeschriebener Planung, insbesondere unter Berücksichtigung von Bauzuständen- und phasen, überprüft und ggf. fortgeschrieben werden.

Eine Zusammenstellung der Homogenbereiche für das Gewerk Erdarbeiten (ERD, Geotechnische Kategorie 1) mit den relevanten Eigenschaften und Kennwerten sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 16: Eigenschaften und Kennwerte der Homogenbereiche für Erdarbeiten

Eigenschaften /Kennwerte	Homogenbereiche				
	ERD A	ERD B	ERD C	ERD D	ERD E
Schicht-Nr.	1.1	1.2 / 1.3	2.1	2.2	2.3
Ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung Ton/Schluff	Auffüllung Sand	Ton	Sand	Sand
Bodengruppe	[TM, UM]	[SU, ST] [SU*, ST*]	TM, TA	SE, SU / ST	SU* / ST*
Stein- und Blockanteile	< 10 %	< 10 %	< 10 %	< 10 %	< 10 %
Dichte ρ [g/cm³]	1,5 – 2,1	1,6 – 2,2	1,5 – 2,1	1,6 – 2,2	1,6 – 2,2
Korngrößenverteilung	---	---	---	s. Anlage 3	---
Undr. Schwerfestigkeit c_u [kN/m²]	10 – 50	---	10 – 50	---	---
Wassergehalt w [%]	15 – 25	5 – 25	15 – 25	5 – 25	5 – 25
Konsistenzzahl I_c [-]	0,50 – 1,30	---	0,50 – 1,30	---	---
Plastizitätszahl I_p [%]	10 – 60	---	10 – 90	---	---
Lagerungsdichte	weich bis fest	locker bis dicht	weich bis fest	locker bis dicht	locker bis dicht
Organischer Anteil [%]	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Voreinstufung Verfüll-Leitfaden	---	---	Z 0	Z 0	Z 0

Die bindigen Böden der Terrassenablagerungen sind stark frost- und feuchtigkeitsempfindlich. Bei Zutritt von Wasser und/oder Befahren mit schwerem Gerät weichen sie tiefgründig auf und lassen sich nicht mehr bearbeiten. Alle Maßnahmen zum Schutz des Planums gegen Oberflächenwasser gemäß VOB sind unbedingt zu beachten. Außerdem sind entsprechende Baustraßen anzulegen.

9 Zusammenfassung / Schlussbemerkungen

In der vorliegenden Baugrundbewertung sind die Baugrundverhältnisse für die Erschließung des Baugebiets BP-Nr. 11, Westliche Oberschöllnbacher Hauptstraße in Oberschöllnbach, Markt Eckental dargestellt. Im Bericht erfolgte eine Baugrundbewertung für die geplanten Verkehrs- und Entwässerungsanlagen. Ergänzend erfolgte eine orientierende, abfalltechnische Bewertung des geplanten Bodenaushubs im Straßenbereich sowie eine Bewertung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes.

Zur Erkundung des Baugrundes im Trassenverlauf der geplanten Erschließungsstraße und der Kanaltrasse wurden insgesamt 10 Bohrsondierungen bis 5,00 m Tiefe niedergebracht. Ergänzende vier Bohrsondierungen wurden im Bereich des geplanten Rückhaltebeckens im Norden des Baugebietes mit 3 m bis 5 m Tiefe abgeteuft.

Die Handspezifizierungen sowie die Laboruntersuchungen an den erkundeten Böden waren Grundlage für eine Klassifizierung der Böden nach DIN 18196. Die Bodenkennwerte und Rechenwerte sind angegeben.

Der Baugrund besteht unterhalb des Oberbodens bereichsweise aus Sand mit wechselndem Feinanteil und zwischengeschalteten Tonlagen sowie aus Ton mit überwiegend steifer bis halbfester Konsistenz.

Die Grundwasserstände wurden zwischen 0,90 m und 2,10 m unter Gelände angetroffen. Die Durchlässigkeit des Untergrundes ist in den Sanden überwiegend als durchlässig und in den Tonen als sehr schwach durchlässig gemäß DIN 18130 einzustufen.

Zur Vorbemessung liegen die angenommenen **Aushubsohlen** der **Kanaltrassen und Schächte** im **mitteldichten Sand** bzw. im **mindestens steifen Ton**. In den Sand sind untergeordnet überwiegend steife Ton/Schlufflagen eingeschaltet. Die genauen Angaben zur Gründung und Rohrbettung können im Detail dem Kapitel 3 entnommen werden.

Die Aushub- und Gründungsarbeiten sind von einem fachkundigen Geotechniker abzunehmen.

Aufgrund der angetroffenen, oberflächennahen Grundwasserstände sind Maßnahmen zur Wasserhaltung einzuplanen, die im Kapitel 5 dargestellt sind. Die weiteren Hinweise zur Bauausführung (Baugrubenböschung, Bodenaushub) und zur Abdichtung sind im Detail den Kapitel 5 bis 8 zu entnehmen.

Der Bodenaushub im Bereich des geplanten Rückhaltebeckens ist auf Grundlage der ergänzenden Bohrsondierungen im Rahmen der weiteren Planung zu untersuchen, um eine **orientierende abfalltechnische Einstufung** zu erhalten.

Die punktförmig durchgeführten Bodenuntersuchungen geben einen guten Überblick über die vorhandenen Untergrundverhältnisse, sie schließen jedoch Abweichungen in Teilbereichen nicht aus.

Wir empfehlen uns einzuschalten, wenn sich Abweichungen von den Untersuchungen ergeben bzw. planungstechnische Änderungen durchgeführt werden, die Einfluss auf die erdbau-technischen Maßnahmen zum Straßen- und Kanalbau haben können.

Für weitere Abstimmungen stehen wir Ihnen selbstverständlich gerne zur Verfügung.

Erlangen, den 14.03.2023



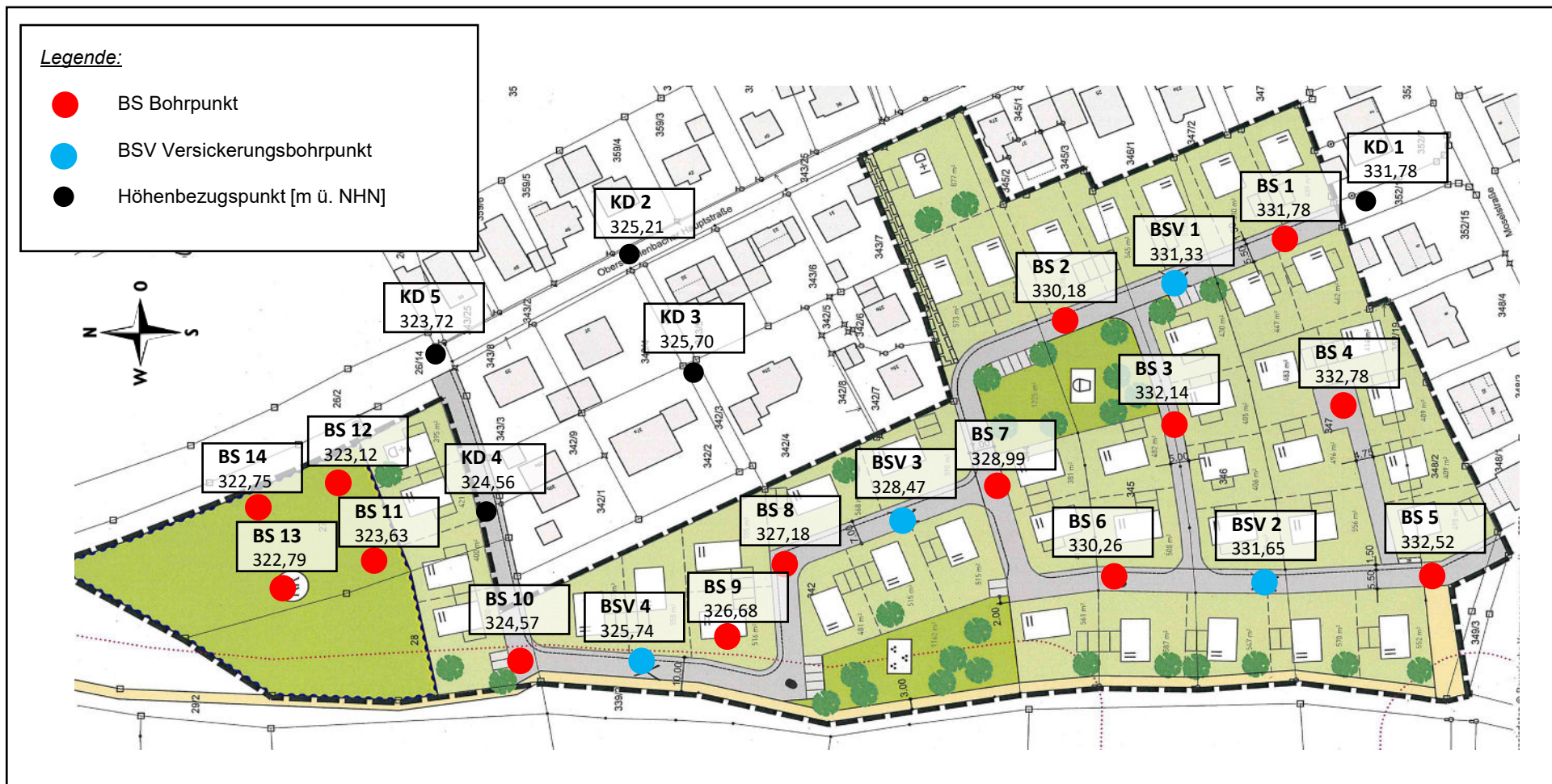
Dipl.-Geol. Reinhard Platzer
pr. Sachverständiger in der Wasserwirtschaft

gez. F. Glöckner

.....
Felix Glöckner
M.Sc. Geowissenschaften

Anlage 1:

Lage- und Aufschlussplan



Geotechnik Platzer

Coburger Straße 69
91056 Erlangen

Telefon: 09131/ 68 72 650
Telefax: 09131/ 68 72 651

BP Nr. 11 Oberschöllnbacher Hauptstr.
Markt Eckental, 90542 Eckental

Lageplan Baugrunduntersuchung

Anlage: 1

Blatt: 1

2022_138

	Datum	Name
bearbeitet	13.03.2023	rb
gezeichnet	13.03.2023	rb
geprüft	13.03.2023	rp

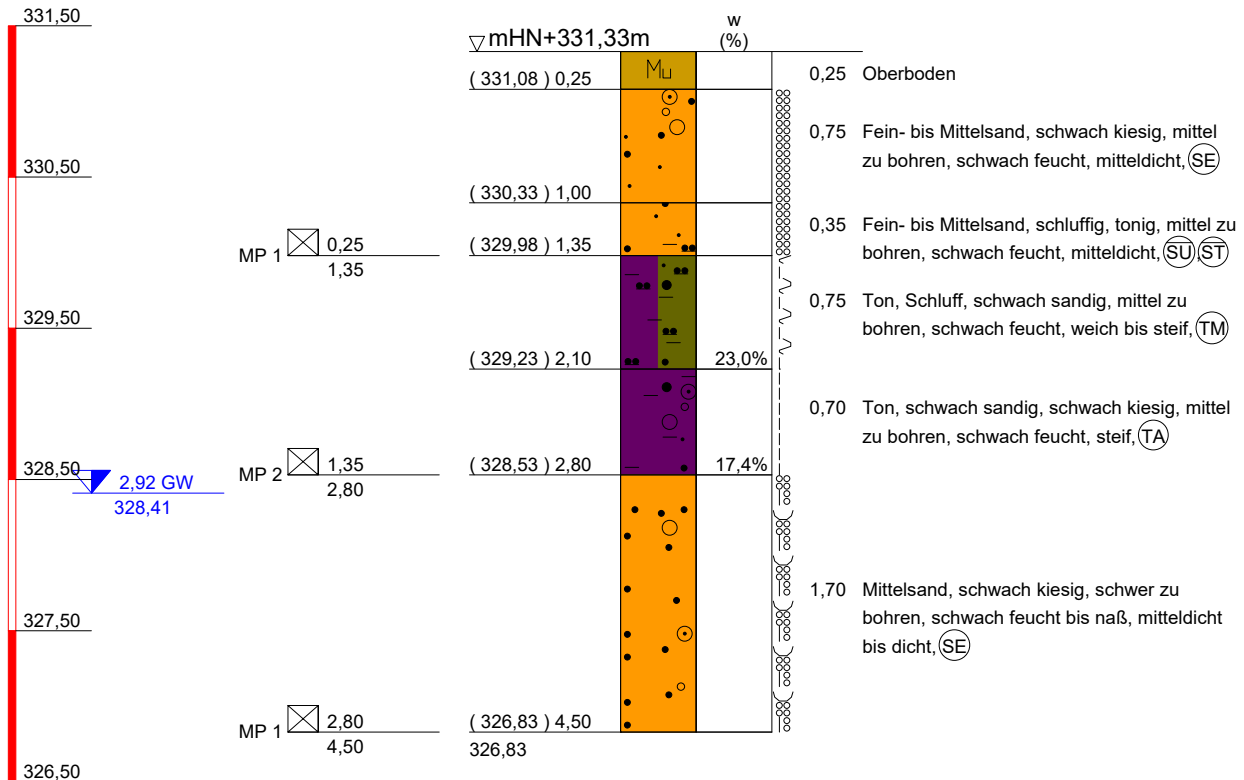
Anlage 2:

Baugrundprofile

mHN+m

BS 1

19.10.2022



Kein Bohrfortschritt

BS 1	
TIEFE	BODENART
0,25	Oberboden
1,00	Fein- bis Mittelsand, schwach kiesig, mittel zu bohren, schwach feucht, mitteldicht, (SE), mittelbraun
1,35	Fein- bis Mittelsand, schluffig, tonig, mittel zu bohren, schwach feucht, mitteldicht, (SU)(ST), mittelbraun
2,10	Ton, Schluff, schwach sandig, mittel zu bohren, schwach feucht, weich bis steif, (TM), grau
2,80	Ton, schwach sandig, schwach kiesig, mittel zu bohren, schwach feucht, steif, (TA), mittelbraun
4,50	Mittelsand, schwach kiesig, schwer zu bohren, schwach feucht bis naß, mitteldicht bis dicht, (SE), mittelbraun

Geotechnik Platzer

Ingenieurbüro

Coburger Straße 69
91056 Erlangen
Tel.: 09131/6872650
Fax: 09131/6872651

Bauvorhaben:

Erschließung BG Oberschöllnbach

Planbezeichnung:

Bohrprotokolle Baugrunduntersuchung

Plan-Nr: 2.1

Projekt-Nr: 2022_138

Datum: 27.10.2022

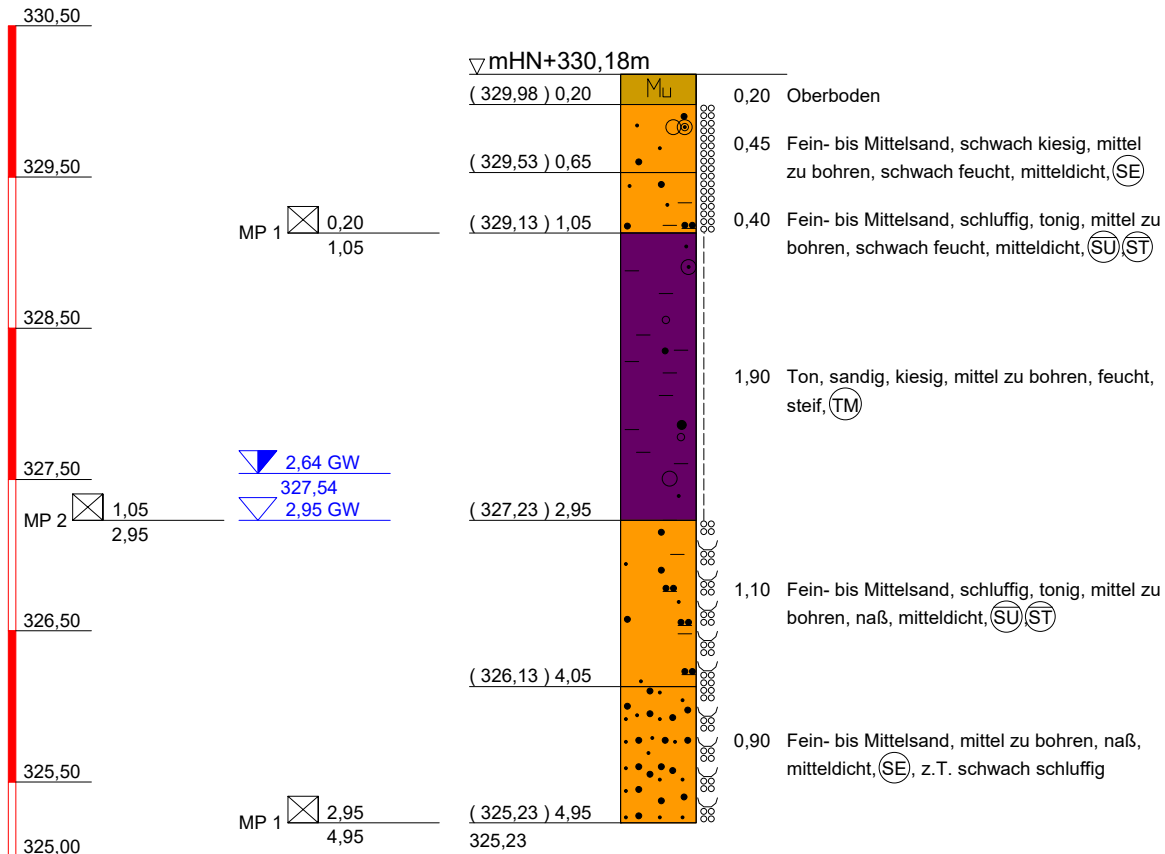
Maßstab: 1:50

Bearbeiter: Bergbauer

mHN+m

BS 2

19.10.2022



Kein Bohrfortschritt

BS 2	
TIEFE	BODENART
0,20	Oberboden
0,65	Fein- bis Mittelsand, schwach kiesig, mittel zu bohren, schwach feucht, mitteldicht, (SE), mittelbraun
1,05	Fein- bis Mittelsand, schluffig, tonig, mittel zu bohren, schwach feucht, mitteldicht, (SU)(ST), mittelbraun
2,95	Ton, sandig, kiesig, mittel zu bohren, feucht, steif, (TM), mittelbraun
4,05	Fein- bis Mittelsand, schluffig, tonig, mittel zu bohren, naß, mitteldicht, (SU)(ST), mittelbraun
4,95	Fein- bis Mittelsand, mittel zu bohren, naß, mitteldicht, (SE), z.T. schwach schluffig, mittelbraun

Geotechnik Platzer

Ingenieurbüro

Coburger Straße 69
91056 Erlangen
Tel.: 09131/6872650
Fax: 09131/6872651

Bauvorhaben:

Erschließung BG Oberschöllnbach

Planbezeichnung:

Bohrprotokolle Baugrunduntersuchung

Plan-Nr: 2.2

Projekt-Nr: 2022_138

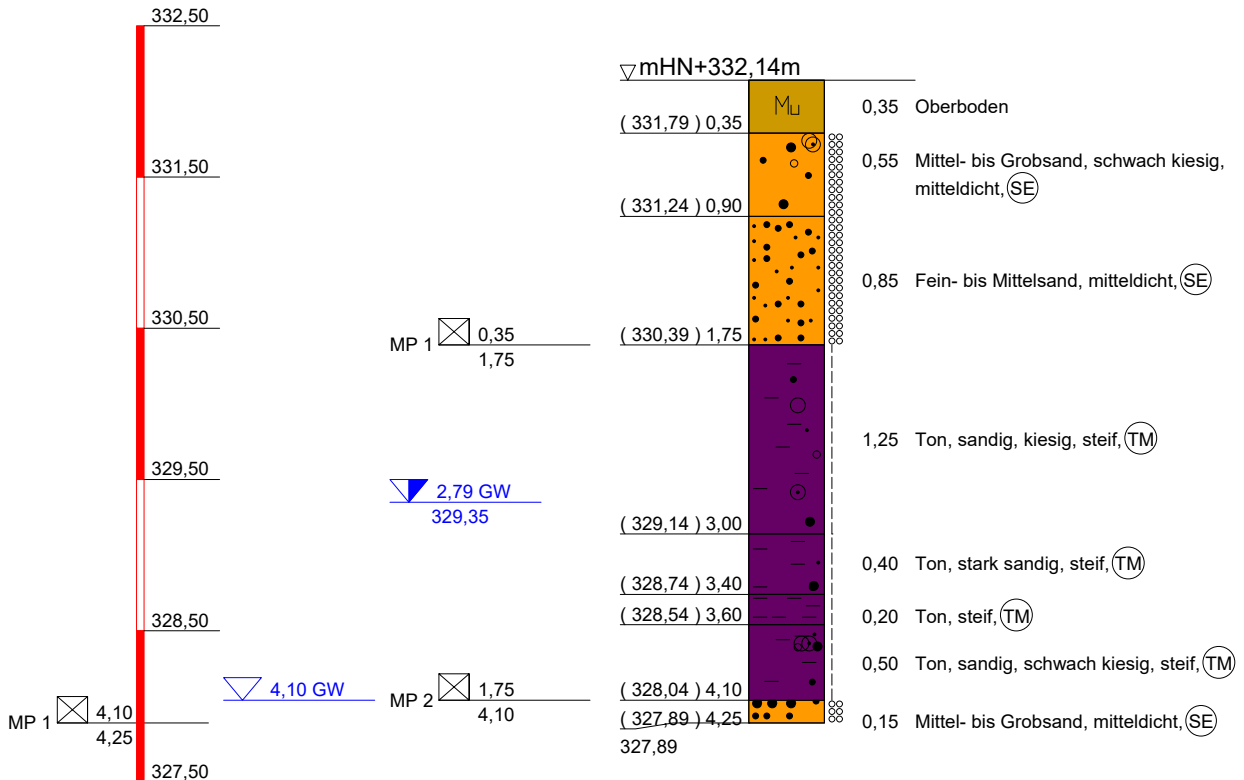
Datum: 27.10.2022

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: Bergbauer

mHN+m

BS 3 19.10.2022



Kein Bohrfortschritt

BS 3	
TIEFE	BODENART
0,35	Oberboden
0,90	Mittel- bis Grobsand, schwach kiesig, mittel zu bohren, schwach feucht, mitteldicht, (SE), mittelbraun
1,75	Fein- bis Mittelsand, mittel zu bohren, schwer zu bohren, schwach feucht, mitteldicht, (SE), hellbraun
3,00	Ton, sandig, kiesig, mittel zu bohren, schwach feucht, steif, (TM), Sandlinse von 2,3 - 2,4 m, mittelbraun
3,40	Ton, stark sandig, mittel zu bohren, feucht, steif, (TM), mittelbraun
3,60	Ton, mittel zu bohren, feucht, steif, (TM), grau
4,10	Ton, sandig, schwach kiesig, mittel zu bohren, naß, steif, (TM), mittelbraun
4,25	Mittel- bis Grobsand, mittel zu bohren, schwer zu bohren, naß, mitteldicht, (SE), mittelbraun

Geotechnik Platzer
Ingenieurbüro
Coburger Straße 69
91056 Erlangen
Tel.: 09131/6872650
Fax: 09131/6872651

Bauvorhaben:
Erschließung BG Oberschöllnbach

Planbezeichnung:
Bohrprotokolle Baugrunduntersuchung

Plan-Nr: 2.3

Projekt-Nr: 2022_138

Datum: 27.10.2022

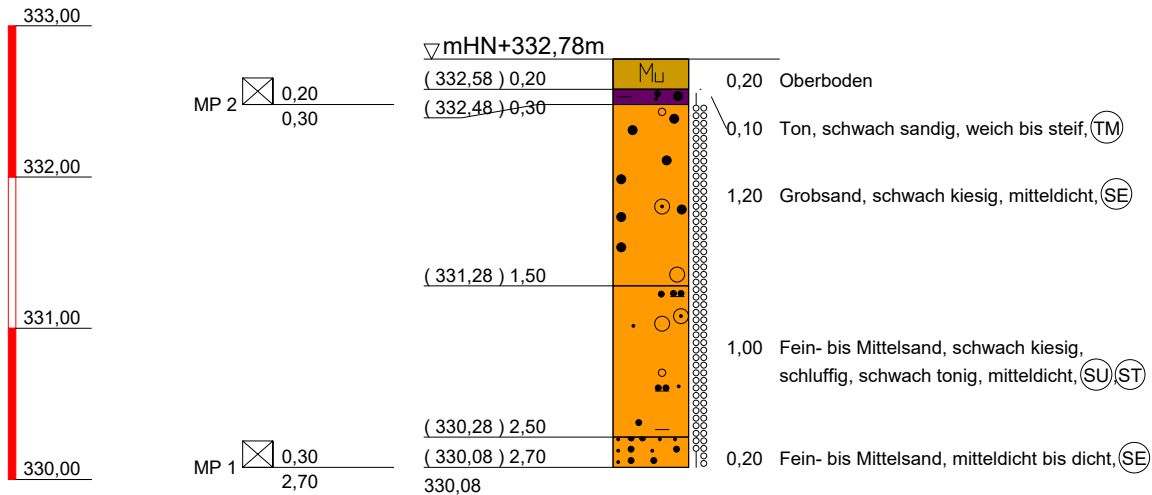
Maßstab: 1:50

Bearbeiter: Bergbauer

mHN+m

BS 4

19.10.2022



Kein Bohrfortschritt

BS 4	
TIEFE	BODENART
0,20	Oberboden
0,30	Ton, schwach sandig, mittel zu bohren, schwach feucht, weich bis steif, (TM), mittelbraun
1,50	Grobsand, schwach kiesig, schwer zu bohren, schwach feucht, mitteldicht, (SE), mittelbraun
2,50	Fein- bis Mittelsand, schwach kiesig, schluffig, schwach tonig, mittel zu bohren, schwach feucht, mitteldicht, (SU, ST), mittelbraun
2,70	Fein- bis Mittelsand, schwer zu bohren, schwach feucht, mitteldicht bis dicht, (SE), mittelbraun

Geotechnik Platzer

Ingenieurbüro

Coburger Straße 69
91056 Erlangen
Tel.: 09131/6872650
Fax: 09131/6872651

Bauvorhaben:

Erschließung BG Oberschöllnbach

Planbezeichnung:

Bohrprotokolle Baugrunduntersuchung

Plan-Nr: 2.4

Projekt-Nr: 2022_138

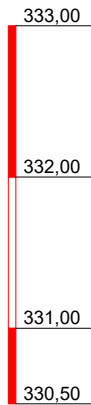
Datum: 27.10.2022

Maßstab: 1:50

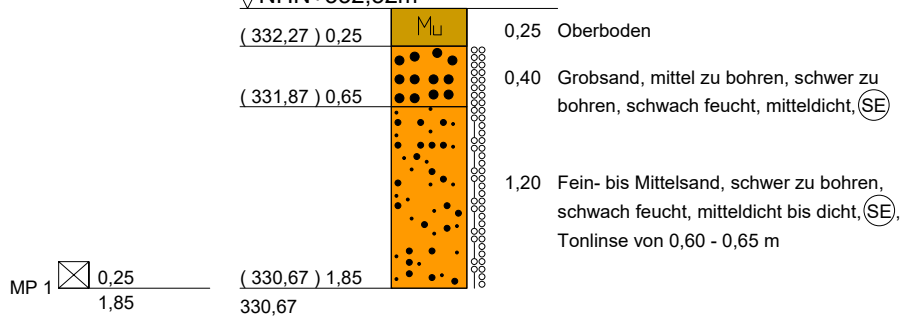
Bearbeiter: Bergbauer

NHN+m

BS 5 19.10.2022



▽NHN+332,52m



Kein Bohrfortschritt

BS 5	
TIEFE	BODENART
0,25	Oberboden
0,65	Grobsand, mittel zu bohren, schwer zu bohren, schwach feucht, mitteldicht, (SE), mittelbraun
1,85	Fein- bis Mittelsand, schwer zu bohren, schwach feucht, mitteldicht bis dicht, (SE), Tonlinse von 0,60 - 0,65 m, mittelbraun

Geotechnik Platzer
Ingenieurbüro
Coburger Straße 69
91056 Erlangen
Tel.: 09131/6872650
Fax: 09131/6872651

Bauvorhaben:
Erschließung BG Oberschöllnbach

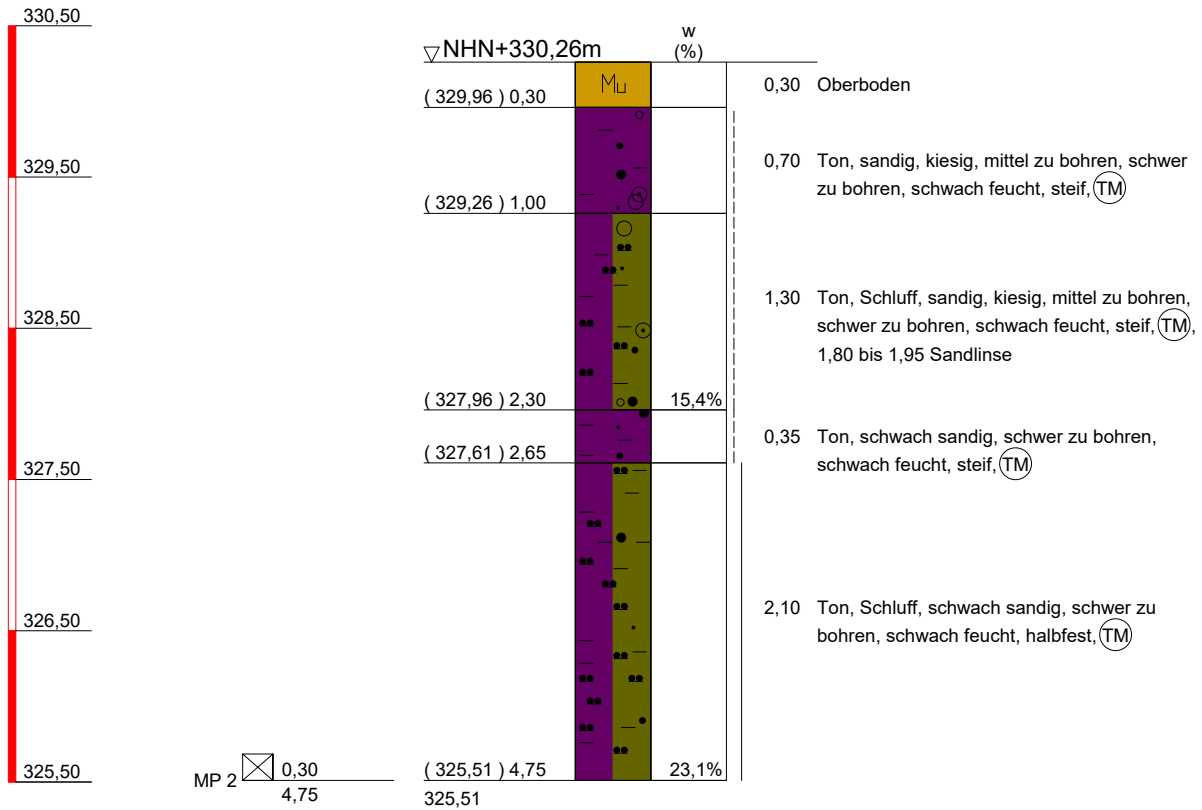
Planbezeichnung:
Bohrprotokolle Baugrunduntersuchung

Plan-Nr: 2.5
Projekt-Nr: 2022_138
Datum: 27.10.2022
Maßstab: 1:50
Bearbeiter: Bergbauer

NHN+m

BS 6

26.10.2022



Kein Bohrfortschritt

BS 6	
TIEFE	BODENART
0,30	Oberboden
1,00	Ton, sandig, kiesig, mittel zu bohren, schwer zu bohren, schwach feucht, steif, (TM), mittelbraun
2,30	Ton, Schluff, sandig, kiesig, mittel zu bohren, schwer zu bohren, schwach feucht, steif, (TM), 1,80 bis 1,95 Sandlinse, mittelbraun
2,65	Ton, schwach sandig, schwer zu bohren, schwach feucht, steif, (TM), grau
4,75	Ton, Schluff, schwach sandig, schwer zu bohren, schwach feucht, halbfest, (TM)

Geotechnik Platzer

Ingenieurbüro

Coburger Straße 69
91056 Erlangen
Tel.: 09131/6872650
Fax: 09131/6872651

Bauvorhaben:

Erschließung BG Oberschöllnbach

Planbezeichnung:

Bohrprotokolle Baugrunduntersuchung

Plan-Nr: 2.6

Projekt-Nr: 2022_138

Datum: 27.10.2022

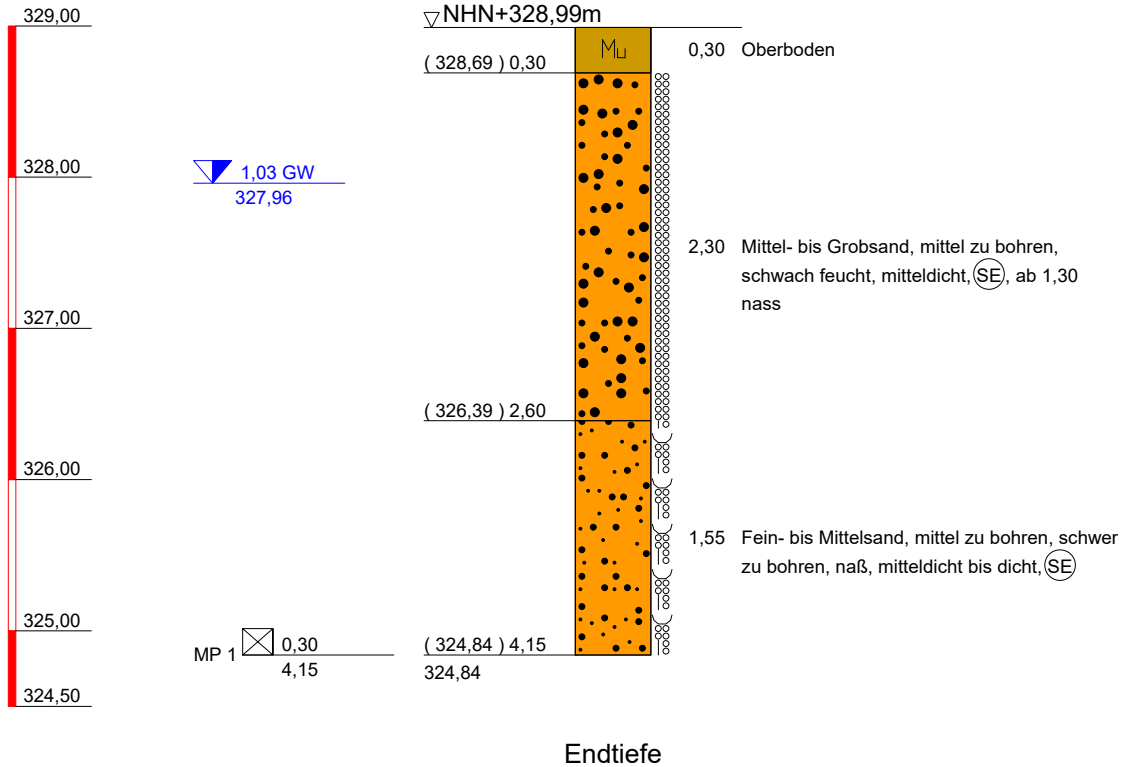
Maßstab: 1:50

Bearbeiter: Bergbauer

BS 7

26.10.2022

NHN+m



BS 7	
TIEFE	BODENART
0,30	Oberboden
2,60	Mittel- bis Grobsand, mittel zu bohren, schwach feucht, mitteldicht, (SE), ab 1,30 nass, mittelbraun
4,15	Fein- bis Mittelsand, mittel zu bohren, schwer zu bohren, naß, mitteldicht bis dicht, (SE), mittelbraun

Geotechnik Platzer

Ingenieurbüro

Coburger Straße 69
91056 Erlangen
Tel.: 09131/6872650
Fax: 09131/6872651

Bauvorhaben:

Erschließung BG Oberschöllnbach

Planbezeichnung:

Bohrprotokolle Baugrunduntersuchung

Plan-Nr: 2.7

Projekt-Nr: 2022_138

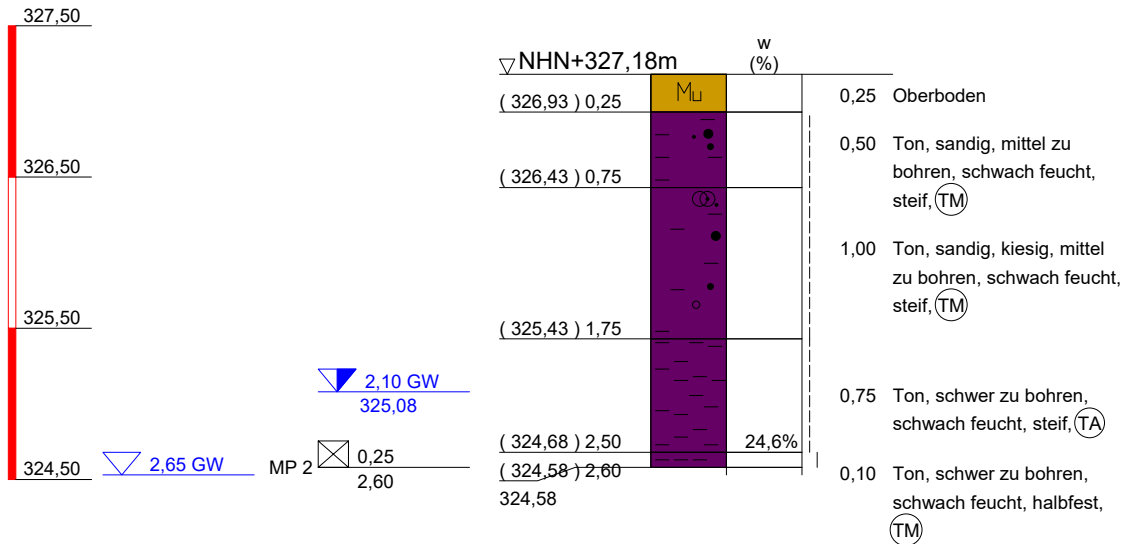
Datum: 27.10.2022

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: Bergbauer

NHN+m

BS 8 20.10.2022



BS 8	
TIEFE	BODENART
0,25	Oberboden
0,75	Ton, sandig, mittel zu bohren, schwach feucht, steif, (TM), mittelbraun
1,75	Ton, sandig, kiesig, mittel zu bohren, schwach feucht, steif, (TM), mittelbraun
2,50	Ton, schwer zu bohren, schwach feucht, steif, (TA), grau
2,60	Ton, schwer zu bohren, schwach feucht, halbfest, (TM), grau

Geotechnik Platzer
Ingenieurbüro
Coburger Straße 69
91056 Erlangen
Tel.: 09131/6872650
Fax: 09131/6872651

Bauvorhaben:
Erschließung BG Oberschöllnbach

Planbezeichnung:
Bohrprotokolle Baugrunduntersuchung

Plan-Nr: 2.8

Projekt-Nr: 2022_138

Datum: 27.10.2022

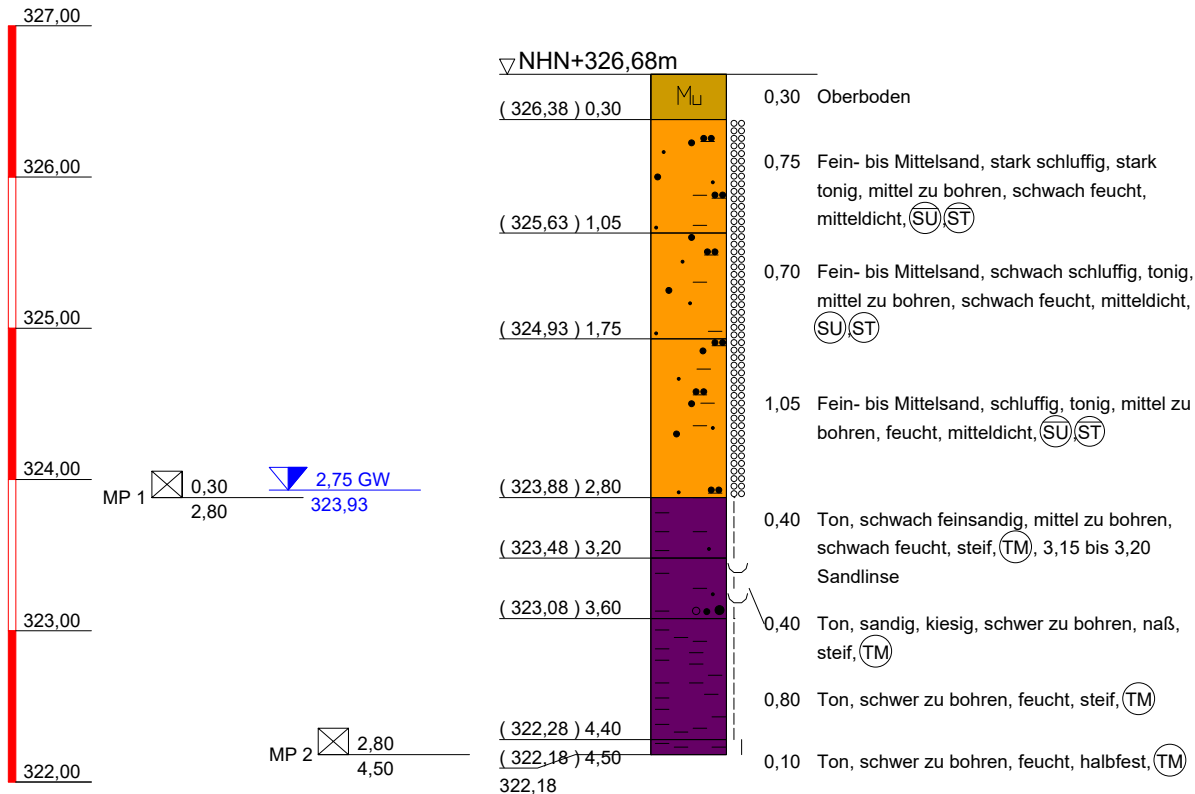
Maßstab: 1:50

Bearbeiter: Bergbauer

NHN+m

BS 9

20.10.2022



Kein Bohrfortschritt

BS 9	
TIEFE	BODENART
0,30	Oberboden
1,05	Fein- bis Mittelsand, stark schluffig, stark tonig, mittel zu bohren, schwach feucht, mitteldicht, (SU)(ST), mittelbraun
1,75	Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig, tonig, mittel zu bohren, schwach feucht, mitteldicht, (SU)(ST), mittelbraun
2,80	Fein- bis Mittelsand, schluffig, tonig, mittel zu bohren, feucht, mitteldicht, (SU)(ST), mittelbraun
3,20	Ton, schwach feinsandig, mittel zu bohren, schwach feucht, steif, (TM), 3,15 bis 3,20 Sandlinse, graubraun
3,60	Ton, sandig, kiesig, schwer zu bohren, naß, steif, (TM), mittelbraun
4,40	Ton, schwer zu bohren, feucht, steif, (TM), rotbraun
4,50	Ton, schwer zu bohren, feucht, halbfest, (TM), rotbraun

Geotechnik Platzer

Ingenieurbüro

Coburger Straße 69
91056 Erlangen
Tel.: 09131/6872650
Fax: 09131/6872651

Bauvorhaben:

Erschließung BG Oberschöllnbach

Planbezeichnung:

Bohrprotokolle Baugrunduntersuchung

Plan-Nr: 2.9

Projekt-Nr: 2022_138

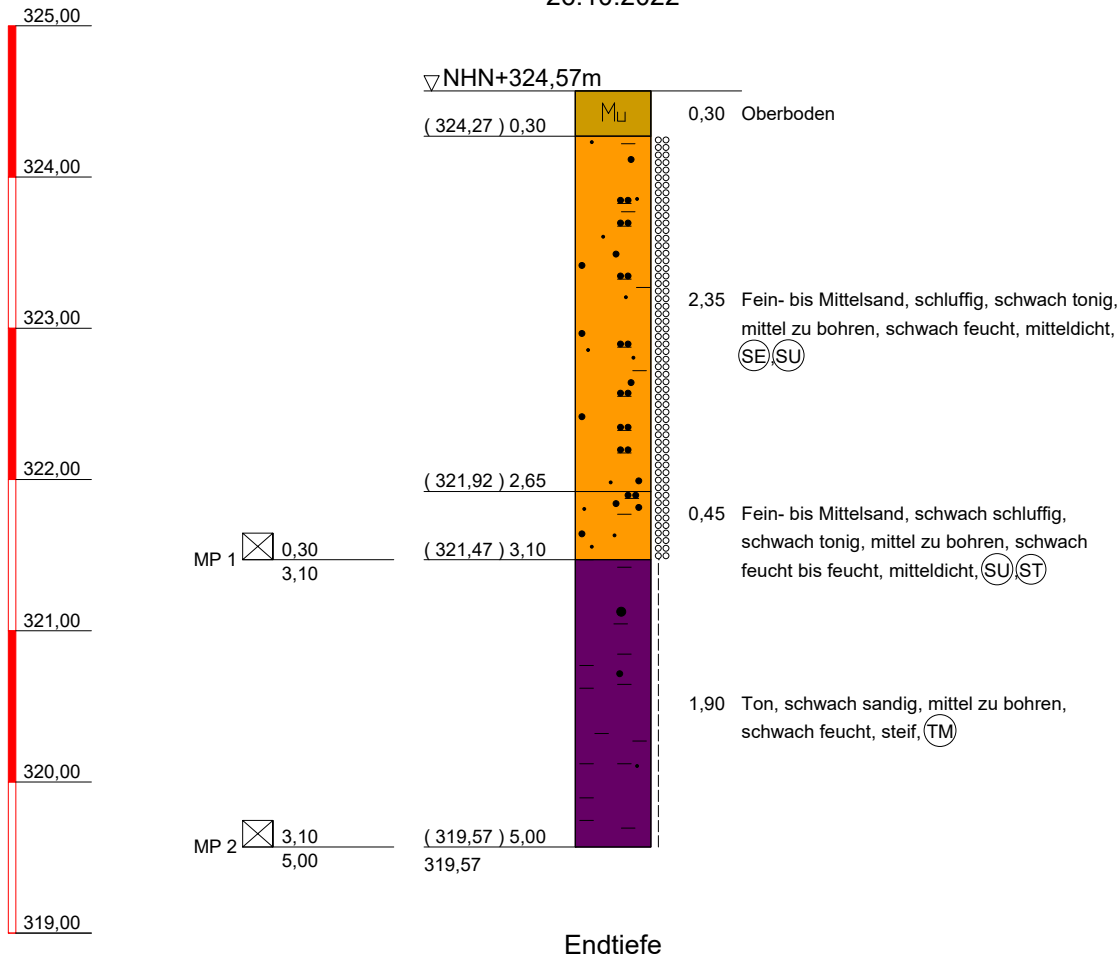
Datum: 27.10.2022

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: Bergbauer

NHN+m

BS 10 26.10.2022



BS 10	
TIEFE	BODENART
0,30	Oberboden
2,65	Fein- bis Mittelsand, schluffig, schwach tonig, mittel zu bohren, schwach feucht, mitteldicht, (SE)(SU), mittelbraun
3,10	Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig, schwach tonig, mittel zu bohren, schwach feucht bis feucht, mitteldicht, (SU)(ST), mittelbraun
5,00	Ton, schwach sandig, mittel zu bohren, schwach feucht, steif, (TM), rotbraun

Geotechnik Platzer
Ingenieurbüro
Coburger Straße 69
91056 Erlangen
Tel.: 09131/6872650
Fax: 09131/6872651

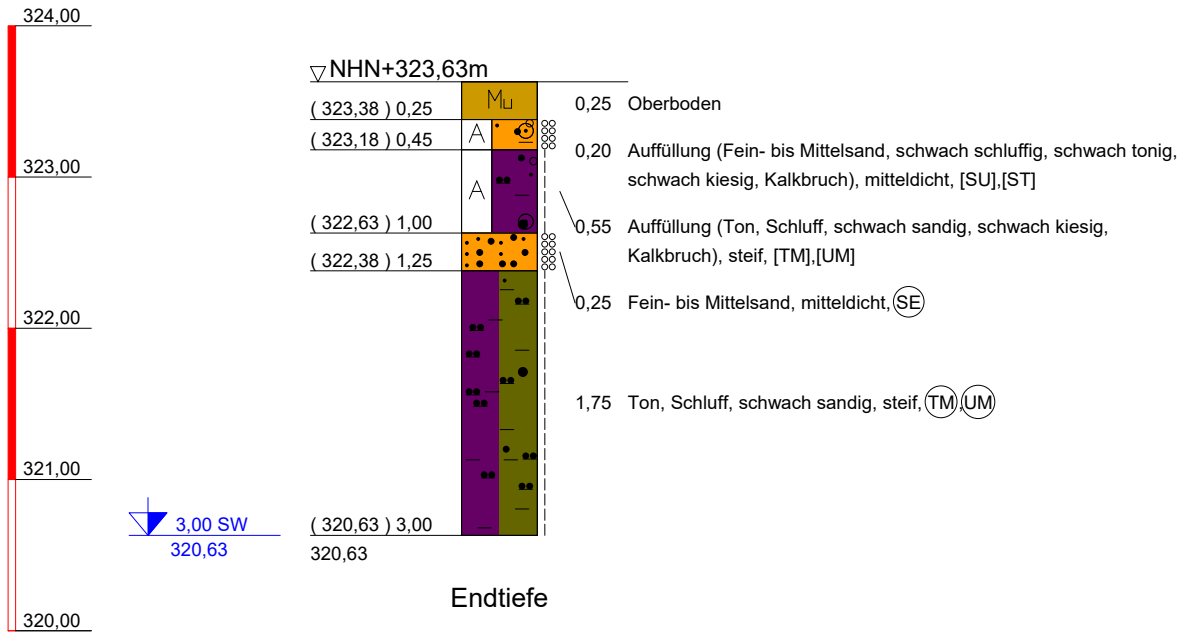
Bauvorhaben:
Erschließung BG Oberschöllnbach

Planbezeichnung:
Bohrprotokolle Baugrunduntersuchung

Plan-Nr: 2.10
Projekt-Nr: 2022_138
Datum: 27.10.2022
Maßstab: 1:50
Bearbeiter: Bergbauer

NHN+m

BS 11 13.03.2023



BS 11	
TIEFE	BODENART
0,25	Oberboden
0,45	Auffüllung (Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig, schwach tonig, schwach kiesig, Kalkbruch), schwach feucht, mitteldicht, [SU],[ST], mittelbraun
1,00	Auffüllung (Ton, Schluff, schwach sandig, schwach kiesig, Kalkbruch), schwach feucht, steif, [TM],[UM], braungrau
1,25	Fein- bis Mittelsand, schwach feucht, mitteldicht, (SE), mittelbraun
3,00	Ton, Schluff, schwach sandig, feucht, steif, (TM)(UM)

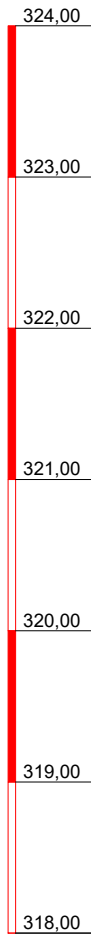
Geotechnik Platzer
Ingenieurbüro
Coburger Straße 69
91056 Erlangen
Tel.: 09131/6872650
Fax: 09131/6872651

Bauvorhaben:
Erschließung BG Oberschöllnbach

Planbezeichnung:
Bohrprotokolle Baugrunduntersuchung

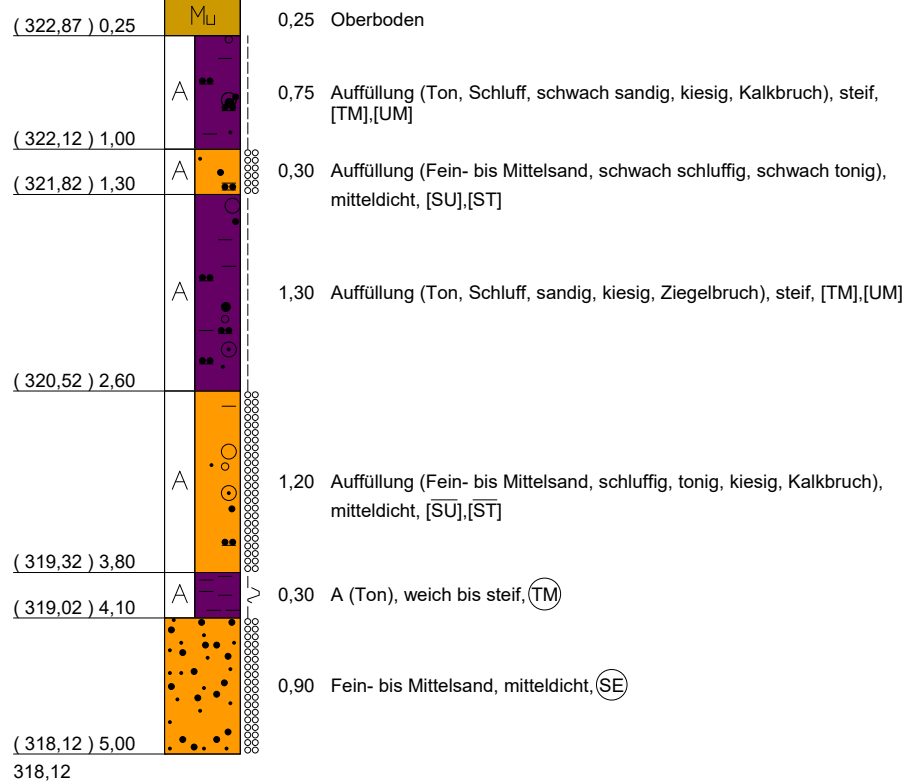
Plan-Nr: 2.11
Projekt-Nr: 2022_138
Datum: 27.10.2022
Maßstab: 1:50
Bearbeiter: Bergbauer

NHN+m



BS 12 13.03.2023

▽ NHN+323,12m



Endtiefe

BS 12	
TIEFE	BODENART
0,25	Oberboden
1,00	Auffüllung (Ton, Schluff, schwach sandig, kiesig, Kalkbruch), schwach feucht, steif, [TM],[UM], mittelbraun
1,30	Auffüllung (Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig, schwach tonig), schwach feucht, mitteldicht, [SU],[ST], dunkelbraun
2,60	Auffüllung (Ton, Schluff, sandig, kiesig, Ziegelbruch), feucht, steif, [TM],[UM], mittelbraun
3,80	Auffüllung (Fein- bis Mittelsand, schluffig, tonig, kiesig, Kalkbruch), schwach feucht, mitteldicht, [SU],[ST], mittelbraun
4,10	Auffüllung (Ton), feucht, weich bis steif, (TM), grau
5,00	Fein- bis Mittelsand, naß, mitteldicht, (SE), mittelbraun

Geotechnik Platzer
Ingenieurbüro
Coburger Straße 69
91056 Erlangen
Tel.: 09131/6872650
Fax: 09131/6872651

Bauvorhaben:
Erschließung BG Oberschöllnbach

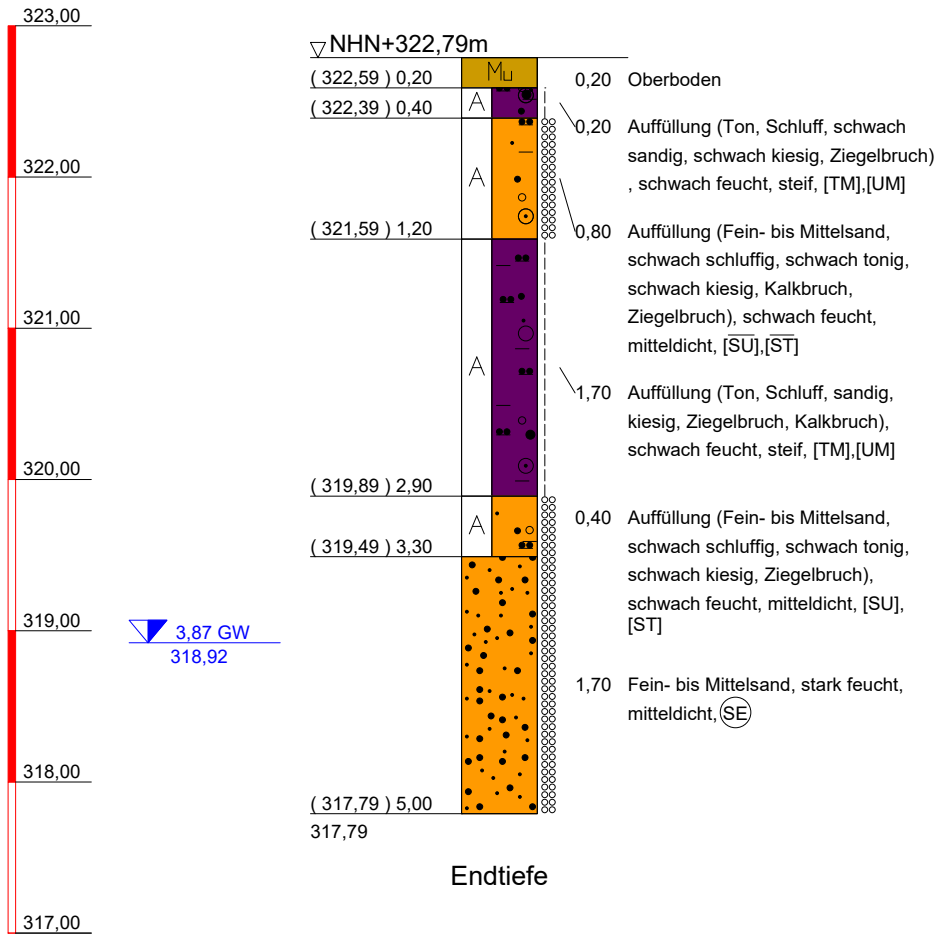
Planbezeichnung:
Bohrprotokolle Baugrunduntersuchung

Plan-Nr: 2.12
Projekt-Nr: 2022_138
Datum: 27.10.2022
Maßstab: 1:50
Bearbeiter: Bergbauer

NHN+m

BS 13

13.03.2023



BS 13	
TIEFE	BODENART
0,20	Oberboden
0,40	Auffüllung (Ton, Schluff, schwach sandig, schwach kiesig, Ziegelbruch), schwach feucht, steif, [TM],[UM], mittelbraun
1,20	Auffüllung (Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig, schwach tonig, schwach kiesig, Kalkbruch, Ziegelbruch), schwach feucht, mitteldicht, [SU],[ST], dunkelbraun
2,90	Auffüllung (Ton, Schluff, sandig, kiesig, Ziegelbruch, Kalkbruch), schwach feucht, steif, [TM], [UM], mittelbraun
3,30	Auffüllung (Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig, schwach tonig, schwach kiesig, Ziegelbruch), schwach feucht, mitteldicht, [SU],[ST], mittelbraun
5,00	Fein- bis Mittelsand, stark feucht, mitteldicht, (SE)

Geotechnik Platzer

Ingenieurbüro

Coburger Straße 69
91056 Erlangen
Tel.: 09131/6872650
Fax: 09131/6872651

Bauvorhaben:

Erschließung BG Oberschöllnbach

Planbezeichnung:

Bohrprotokolle Baugrunduntersuchung

Plan-Nr: 2.13

Projekt-Nr: 2022_138

Datum: 27.10.2022

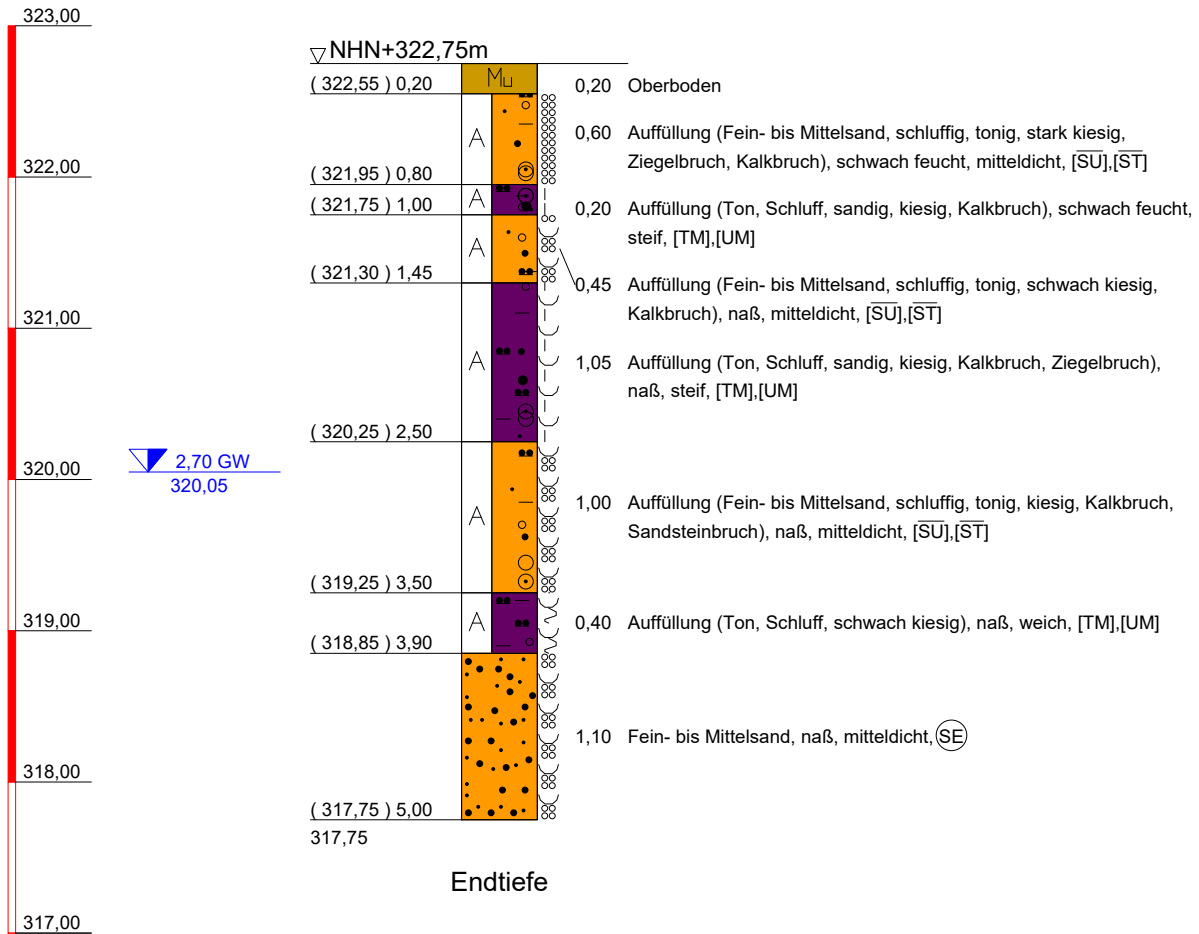
Maßstab: 1:50

Bearbeiter: Bergbauer

NHN+m

BS 14

13.03.2023



BS 14	
TIEFE	BODENART
0,20	Oberboden
0,80	Auffüllung (Fein- bis Mittelsand, schluffig, tonig, stark kiesig, Ziegelbruch, Kalkbruch), schwach feucht, mitteldicht, [SÜ],[ST], mittelbraun
1,00	Auffüllung (Ton, Schluff, sandig, kiesig, Kalkbruch), schwach feucht, steif, [TM],[UM], mittelbraun
1,45	Auffüllung (Fein- bis Mittelsand, schluffig, tonig, schwach kiesig, Kalkbruch), naß, mitteldicht, [SÜ],[ST], mittelbraun
2,50	Auffüllung (Ton, Schluff, sandig, kiesig, Kalkbruch, Ziegelbruch), naß, steif, [TM],[UM], mittelbraun
3,50	Auffüllung (Fein- bis Mittelsand, schluffig, tonig, kiesig, Kalkbruch, Sandsteinbruch), naß, mitteldicht, [SÜ],[ST], mittelbraun
3,90	Auffüllung (Ton, Schluff, schwach kiesig), naß, weich, [TM],[UM], mittelbraun
5,00	Fein- bis Mittelsand, naß, mitteldicht, (SE)

Geotechnik Platzer

Ingenieurbüro

Coburger Straße 69
91056 Erlangen
Tel.: 09131/6872650
Fax: 09131/6872651

Bauvorhaben:

Erschließung BG Oberschöllnbach

Planbezeichnung:

Bohrprotokolle Baugrunduntersuchung

Plan-Nr: 2.14

Projekt-Nr: 2022_138

Datum: 27.10.2022

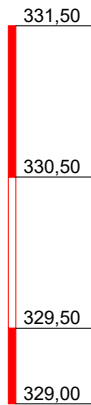
Maßstab: 1:50

Bearbeiter: Bergbauer

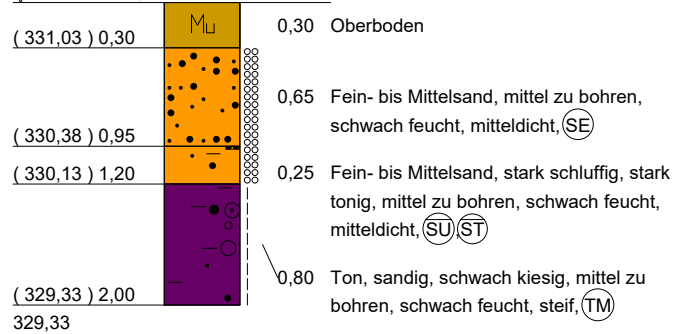
NHN+m

BSV 1

26.10.2022



▽NHN+331,33m



Endtiefe

BSV 1	
TIEFE	BODENART
0,30	Oberboden
0,95	Fein- bis Mittelsand, mittel zu bohren, schwach feucht, mitteldicht, (SE), mittelbraun
1,20	Fein- bis Mittelsand, stark schluffig, stark tonig, mittel zu bohren, schwach feucht, mitteldicht, (SU)(ST), mittelbraun
2,00	Ton, sandig, schwach kiesig, mittel zu bohren, schwach feucht, steif, (TM)

Geotechnik Platzer
Ingenieurbüro
Coburger Straße 69
91056 Erlangen
Tel.: 09131/6872650
Fax: 09131/6872651

Bauvorhaben:
Erschließung BG Oberschöllnbach

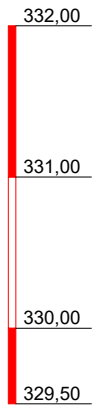
Planbezeichnung:
Bohrprotokolle Baugrunduntersuchung

Plan-Nr: 2.15
Projekt-Nr: 2022_138
Datum: 27.10.2022
Maßstab: 1:50
Bearbeiter: Bergbauer

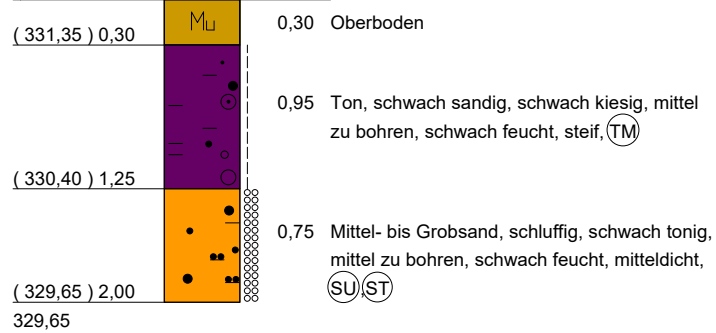
NHN+m

BSV 2

26.10.2022



▽ NHN+331,65m



Endtiefe

BSV 2	
TIEFE	BODENART
0,30	Oberboden
1,25	Ton, schwach sandig, schwach kiesig, mittel zu bohren, schwach feucht, steif, (TM), mittelbraun
2,00	Mittel- bis Grobsand, schluffig, schwach tonig, mittel zu bohren, schwach feucht, mitteldicht, (SU)(ST), mittelbraun

Geotechnik Platzner

Ingenieurbüro

Coburger Straße 69
91056 Erlangen
Tel.: 09131/6872650
Fax: 09131/6872651

Bauvorhaben:

Erschließung BG Oberschöllnbach

Planbezeichnung:

Bohrprotokolle Baugrunduntersuchung

Plan-Nr: 2.16

Projekt-Nr: 2022_138

Datum: 27.10.2022

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: Bergbauer

BSV 3

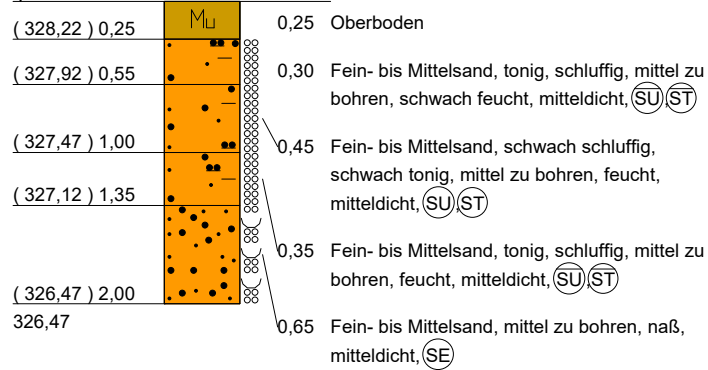
26.10.2022

NHN+m



▽ 0,90 GW
327,57

▽ NHN+328,47m



Endtiefe

BSV 3	
TIEFE	BODENART
0,25	Oberboden
0,55	Fein- bis Mittelsand, tonig, schluffig, mittel zu bohren, schwach feucht, mitteldicht, (SU)(ST), mittelbraun
1,00	Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig, schwach tonig, mittel zu bohren, feucht, mitteldicht, (SU)(ST), mittelbraun
1,35	Fein- bis Mittelsand, tonig, schluffig, mittel zu bohren, feucht, mitteldicht, (SU)(ST), mittelbraun
2,00	Fein- bis Mittelsand, mittel zu bohren, naß, mitteldicht, (SE), mittelbraun

Geotechnik Platzer

Ingenieurbüro

Coburger Straße 69
91056 Erlangen
Tel.: 09131/6872650
Fax: 09131/6872651

Bauvorhaben:

Erschließung BG Oberschöllnbach

Planbezeichnung:

Bohrprotokolle Baugrunduntersuchung

Plan-Nr: 2.17

Projekt-Nr: 2022_138

Datum: 27.10.2022

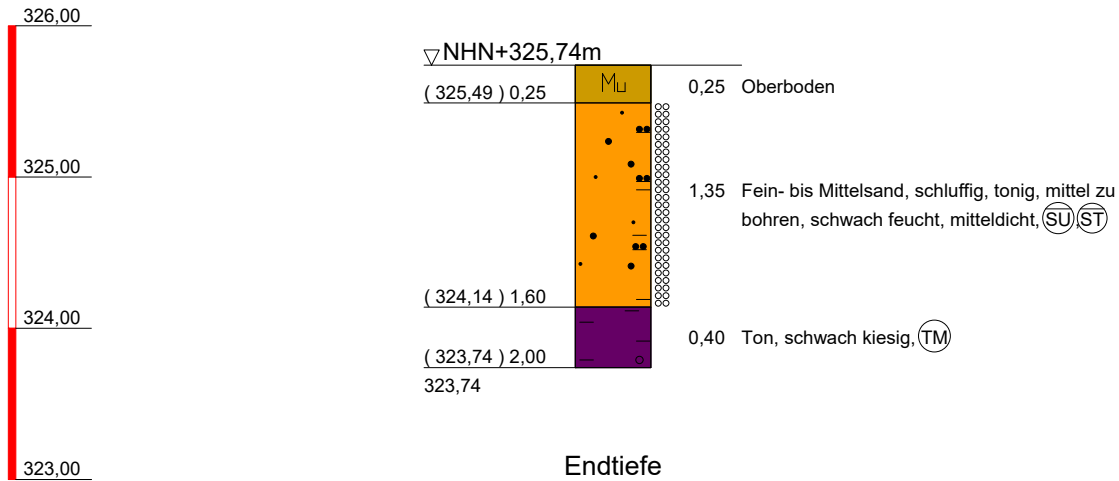
Maßstab: 1:50

Bearbeiter: Bergbauer

NHN+m

BSV 4

26.10.2022



BSV 4	
TIEFE	BODENART
0,25	Oberboden
1,60	Fein- bis Mittelsand, schluffig, tonig, mittel zu bohren, schwach feucht, mitteldicht, (SU, ST) mittelbraun
2,00	Ton, schwach kiesig, (TM)

Geotechnik Platzer
Ingenieurbüro
Coburger Straße 69
91056 Erlangen
Tel.: 09131/6872650
Fax: 09131/6872651

Bauvorhaben:
Erschließung BG Oberschöllnbach

Planbezeichnung:
Bohrprotokolle Baugrunduntersuchung

Plan-Nr: 2.18

Projekt-Nr: 2022_138

Datum: 27.10.2022

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: Bergbauer

Anlage 3:

Geomechanische Laborversuche

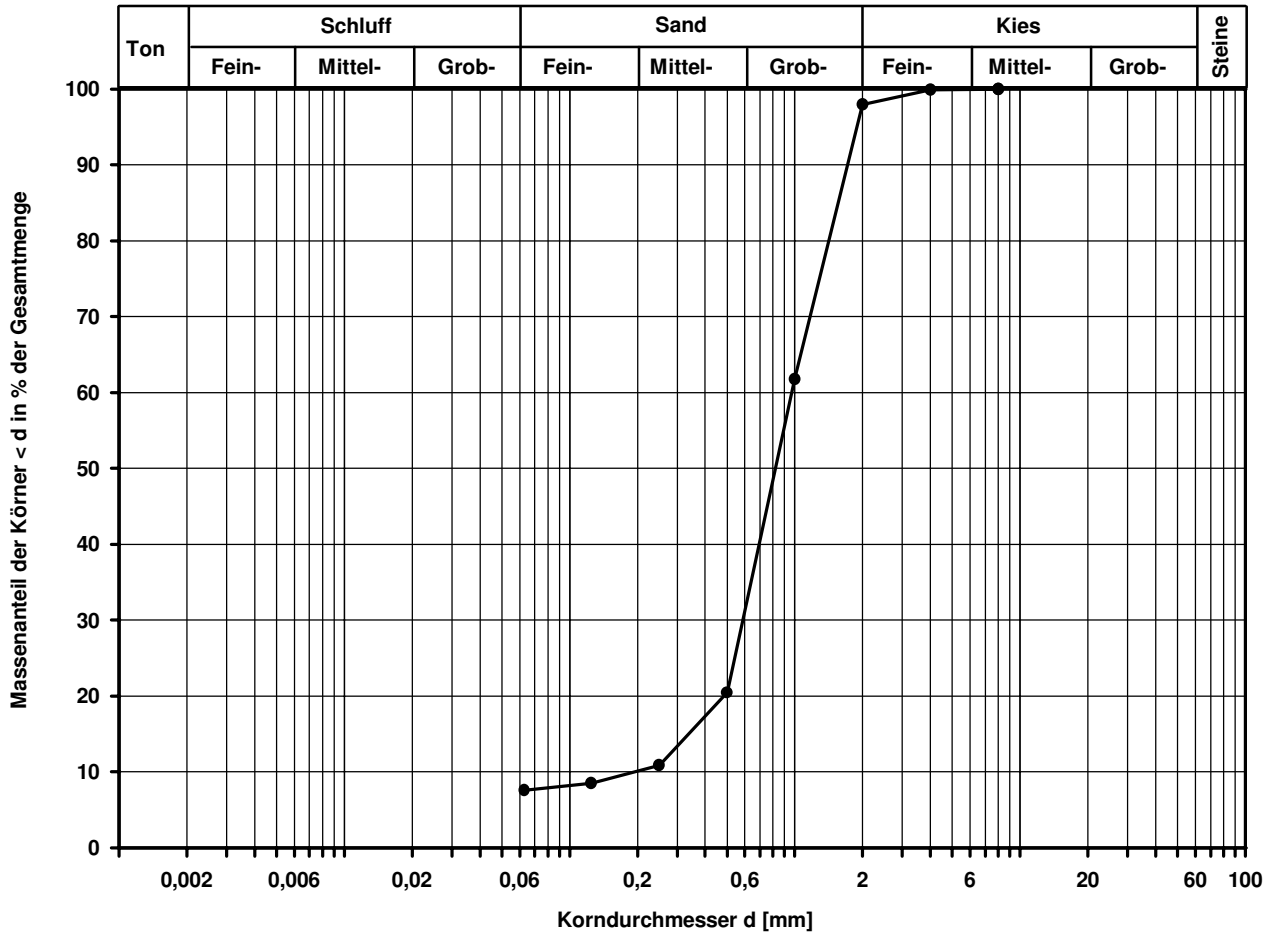
				Aktenzeichen: F221054		Anlage: 3		Blatt: 1				
				Projekt: 2022-138 Eckental, Oberschöllnbach								
Zusammenstellung der geomechanischen Versuchsergebnisse												
Entnahmedaten	Proben-Nr.			Zeilen-Nr.:	BSV	BS	BS	BS	BS	BS		
	Entnahmestelle				2	1	1	4	6	6	8	
	Zusätzliche Angaben											
	Entnahmetiefe	von	m		1,25	1,35	2,10	1,50	1,00	2,65	1,75	
		bis	m		2,00	2,10	2,80	2,50	2,30	4,75	2,50	
Entnahmeart				gestört	gestört	gestört	gestört	gestört	gestört	gestört		
Probenbeschreibung					S,u/t'	T/U,s'	T,s'	S,g',u/t'	T/U,g,s	T/U,s'	T	
Bodengruppe nach DIN18196					SU / ST	TM	TA	SU / ST	TM	TM	TA	
Penetrometerablesung			Q _p	MN/m ²								
Stratigraphie												
Kornverf.	Kennziffer = T/U/S/G/X - Anteil		%	1	-8- / 90 / 2 / 0			-6- / 84 / 10 / 0				
	bzw. --T/U--/S/G/X Vers.-Typ				Siebung			Siebung				
Dichtebestimmung	Korndichte		ρ _s	t/m ³	2							
	Feuchtdichte		ρ	t/m ³	3							
	Wassergehalt		w	%	4		23,0	17,4		15,4	23,1	24,6
	Trockendichte		ρ _d	t/m ³	5							
Verdichtungsg. / Lagerungsd.			D _{Pr} / I _D	% / -	6							
Atterberg Grenzen	w-Feinteile		w	%	7						24,7	
	Fließ- / Ausrollgrenze		w _L / w _p	% / %	8						82,1 / 25,5	
	Plastizitätsz. / Konsistenz.		I _p / I _c	% / -							56,6 / 1,01	
	Aktivitätsz. / Schrumpfg.		I _A / w _s	- / %								
Glühverlust			V _{gl}	%	9							
Kalkgehalt nach SCHEIBLER			V _{Ca}	%								
Durchlässigkeitsbeiwert			k _{10°}	m/s	10							
Versuchsspannung			σ	MN/m ²								
KD-Versuch	Vorhandene Erdaufast		p _n	MN/m ²	11							
	Steifemodul		E _s (p _n , Δp) / Δp	MN/m ²								
	Konsolidierungsbeiwert		c _v	cm ² /s								
	Anzahl Lastst. / Zeit-Setzungs-Kurven				12							
Quellversuche	Quellspannung		σ _q	MN/m ²	13							
	Versuchsdauer		d		14							
	Quelldehnung		ε _{q,0}	%	15							
	Versuchsdauer		d		16							
	Quellversuch nach Huder und Amberg		K	%	17							
			σ ₀	MN/m ²								
Versuchsdauer			d		18							
Einaxiale Druckfestigk./-modul			q _u / E _u	MN/m ²	19							
Probendurchmesser				cm								
Scherwiderst. d. Flügelsonde			τ _{FS}	MN/m ²	20							
Scherversuche	Vers.Typ/Probendurchm.			- / cm	21							
	Reibungswinkel		φ	°	22							
	Kohäsion		c	MN/m ²								
Einfache Proctordichte			ρ _{Pr}	t/m ³	23							
Optimaler Wassergehalt			W _{Pr}	%								
LAK				g/t								
LCPC Abrasivität			Bezeichnung	-	24							
LBR				%								
Lockerste Lagerung			ρ _{d min}	t/m ³	25							
Dichteste Lagerung			ρ _{d max}	t/m ³								
Versuchsgerät / Durchmesser				-/cm								
CBR-Versuch	Versuchstyp (Feld/Labor)			F/L	26							
	W-Geh. Einbau/n. W.-Lagerg.			% / %								
	Schwellmaß / Dauer			% / d								
	CBR _o ohne Wasserlagerung			%								
CBR _w mit Wasserlagerung				%	27							
PDV	Verformungsmodul		E _{v1}	MN/m ²	28							
			E _{v2}	MN/m ²								
	Verhältnis		E _{v2} / E _{v1}	-								
	dyn. Verformungsmodul		E _{vd}	MN/m ²								
Bemerkungen:												

				Aktenzeichen: F221054		Anlage: 3		Blatt: 2		
				Projekt: 2022-138 Eckental, Oberschöllnbach						
Zusammenstellung der geomechanischen Versuchsergebnisse										
Entnahmedaten	Proben-Nr.			Zellen-Nr.:						
	Entnahmestelle				BS					
	Zusätzliche Angaben				10					
	Entnahmetiefe	von	m		0,30					
		bis	m		2,65					
Entnahmeart				gestört						
Probenbeschreibung					S,u/t'					
Bodengruppe nach DIN18196					SU / ST					
Penetrometerablesung q_p			MN/m ²							
Stratigraphie										
Kornverf.	Kennziffer = T/U/S/G/X - Anteil		%	1	-6- / 94 / 0 / 0					
	bzw. --T/U--/S/G/X Vers.-Typ				Siebung					
Dichtebestimmung	Korndichte ρ_s		t/m ³	2						
	Feuchtdichte ρ		t/m ³	3						
	Wassergehalt w		%	4						
	Trockendichte ρ_d		t/m ³	5						
Verdichtungsg. / Lagerungsd. D_{Pr} / I_D			% / -	6						
Atterberg Grenzen	w-Feinteile w		%	7						
	Fließ- / Ausrollgrenze w_L / w_p		% / %							
	Plastizitätsz. / Konsistenz. I_p / I_c		% / -	8						
	Aktivitätsz. / Schrumpfg. I_A / w_s		- / %							
Glühverlust V_{gl}			%	9						
Kalkgehalt nach SCHEIBLER V_{Ca}			%							
Durchlässigkeitsbeiwert k_{10°			m/s	10						
Versuchsspannung σ			MN/m ²							
KD-Versuch	Vorhandene Erdaufast p_n		MN/m ²							
	Steifemodul $E_s (p_n, \Delta p) / \Delta p$		MN/m ²	11						
	Konsolidierungsbeiwert c_v		cm ² /s							
	Anzahl Lastst. / Zeit-Setzungs-Kurven			12						
Quellversuche	Quellspannung σ_q		MN/m ²	13						
	Versuchsdauer d			14						
	Quelldehnung $\varepsilon_{q,0}$		%	15						
	Versuchsdauer d			16						
	Quellversuch nach Huder und Amberg K		%	17						
	σ_0		MN/m ²							
Versuchsdauer d				18						
Einaxiale Druckfestigk./-modul q_u / E_u			MN/m ²	19						
Probendurchmesser			cm							
Scherwiderst. d. Flügelsonde τ_{FS}			MN/m ²	20						
Scherversuche	Vers.Typ/Probendurchm.		- / cm	21						
	Reibungswinkel φ		°	22						
	Kohäsion c		MN/m ²							
Einfache Proctordichte ρ_{Pr}			t/m ³	23						
Optimaler Wassergehalt w_{Pr}			%							
LAK			g/t							
LCPC Abrasivität			Bezeichnung	-	24					
LBR			%							
Lockerste Lagerung $\rho_{d \min}$			t/m ³	25						
Dichteste Lagerung $\rho_{d \max}$			t/m ³							
Versuchsgerät / Durchmesser			-/cm							
CBR-Versuch	Versuchstyp (Feld/Labor)		F/L	26						
	W-Geh. Einbau/n. W.-Lagerg.		% / %							
	Schwellmaß / Dauer		% / d							
	CBR _o ohne Wasserlagerung		%							
	CBR _w mit Wasserlagerung		%	27						
PDV	Verformungsmodul E_{v1}		MN/m ²	28						
	E_{v2}		MN/m ²							
	Verhältnis E_{v2} / E_{v1}		-							
	dyn. Verformungsmodul E_{vd}		MN/m ²							
Bemerkungen:										

			Aktenzeichen: F221054	Anlage: 3	Blatt: 3		
			Projekt: 2022-138 Eckental, Oberschöllnbach				
Bestimmung der Atterberg'schen Grenzen nach DIN EN ISO 17892-12							
Laufende Nummer:	1						
Symbol:	■						
Entnahmestelle:	BS 8						
Entnahmetiefe:	von bis [m]	1,75 2,50					
Probenbeschreibung:	T						
Stratigraphie:							
Natürlicher Wassergehalt: (Feinanteil <= 0,4 mm)	w _F [%]	24,7					
Fließgrenze:	w _L [%]	82,1					
Ausrollgrenze:	w _P [%]	25,5					
Plastizitätszahl:	I _P [%]	56,6					
Konsistenzzahl:	I _C [-]	1,01					
Aktivitätszahl:	I _A [-]						
Bodengruppe nach DIN 18196:	TA						
Bodengruppe des Feinanteils: (bei gemischtkörnigen Böden)							
Plastizitätsdiagramm (nach DIN 18196)							

			Aktenzeichen: F221054		Anlage: 3		Blatt: 4		
			Projekt: 2022-138 Eckental, Oberschöllnbach						
Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 Siebung			Entnahmestelle BSV 2						
			Tiefe unter GOK:		1,25 - 2,00 m				
			Entnahmeart:		gestört				
			Probenbeschreibung: S,u/t'			Bodengruppe: SU / ST		Stratigraphie:	
			Entn. am:			von: Geotechnik Platzer			
Ausgeführt von: Wolf		am: 03.11.2022	Gepr.:						
Ausgewertet von: Frühwirth		am: 07.11.2022							
Kennziffer [%]		Krümmungszahl C _C C _C = (d30) ² / (d10*d60)		Ungleichförmigkeitszahl U U = d60 / d10		d60 [mm]	d50 [mm]	d20 [mm]	d10 [mm]
--8--/ 90 / 2 / 0		1,8		4,9		0,9706	0,8208	0,4847	0,1961

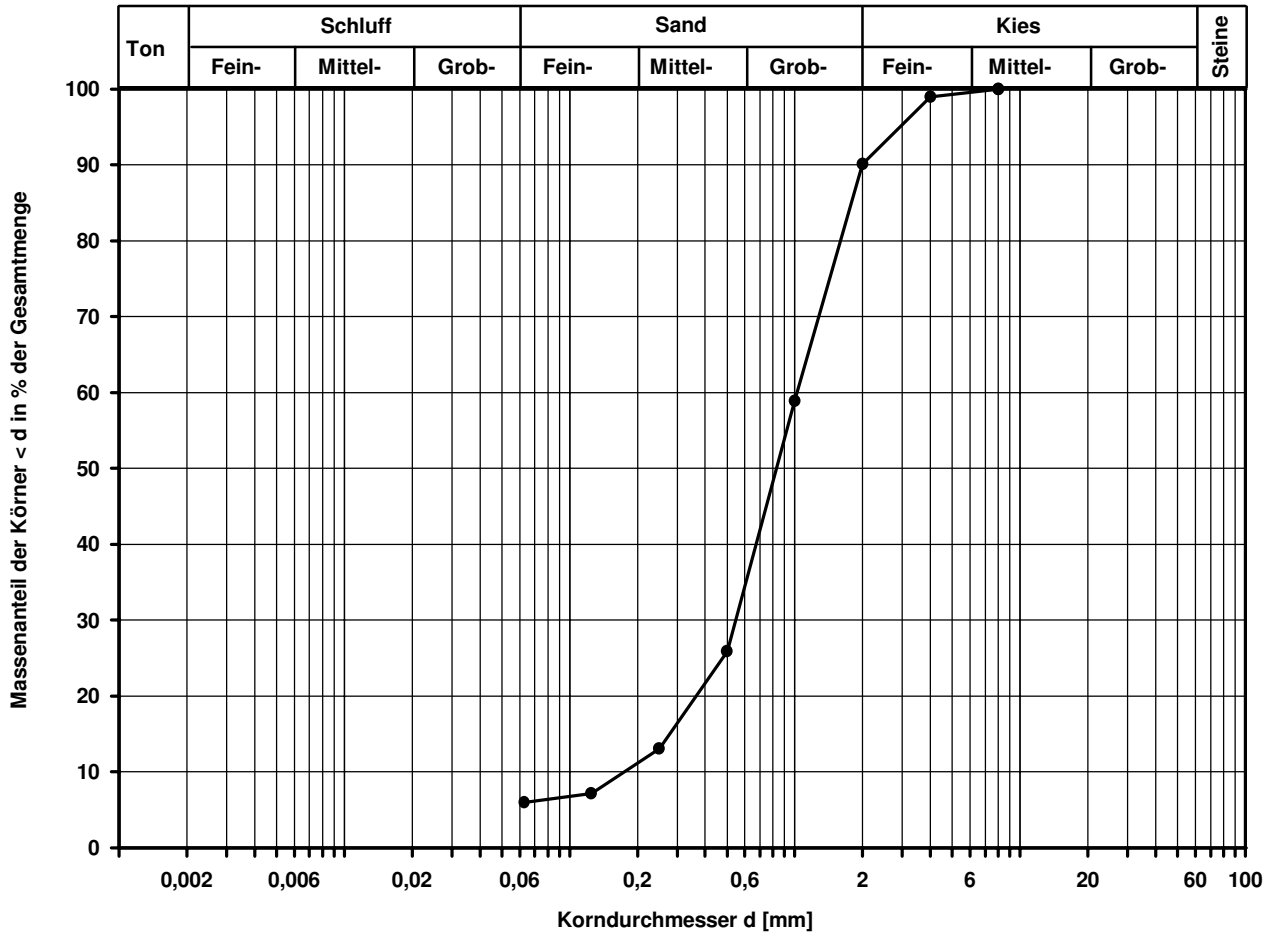
Berechnung k_f Wert:
nach Beyer: 3,461E-04 m/s
nach Bialas: 6,806E-04 m/s



Bemerkungen:

			Aktenzeichen: F221054		Anlage: 3		Blatt: 5		
			Projekt: 2022-138 Eckental, Oberschöllnbach						
Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 Siebung			Entnahmestelle BS 4						
			Tiefe unter GOK:		1,50 - 2,50 m				
			Entnahmeart:		gestört				
			Probenbeschreibung: S,g',u/t'			Bodengruppe: SU / ST		Stratigraphie:	
			Entn. am:			von: Geotechnik Platzer			
Ausgeführt von: Wolf		am: 03.11.2022	Gepr.:						
Ausgewertet von: Frühwirth		am: 07.11.2022							
Kennziffer [%]		Krümmungszahl C _C C _C = (d30) ² / (d10*d60)		Ungleichförmigkeitszahl U U = d60 / d10		d60 [mm]	d50 [mm]	d20 [mm]	d10 [mm]
--6--/ 84 / 10 / 0		1,7		5,9		1,0261	0,8305	0,3646	0,1748

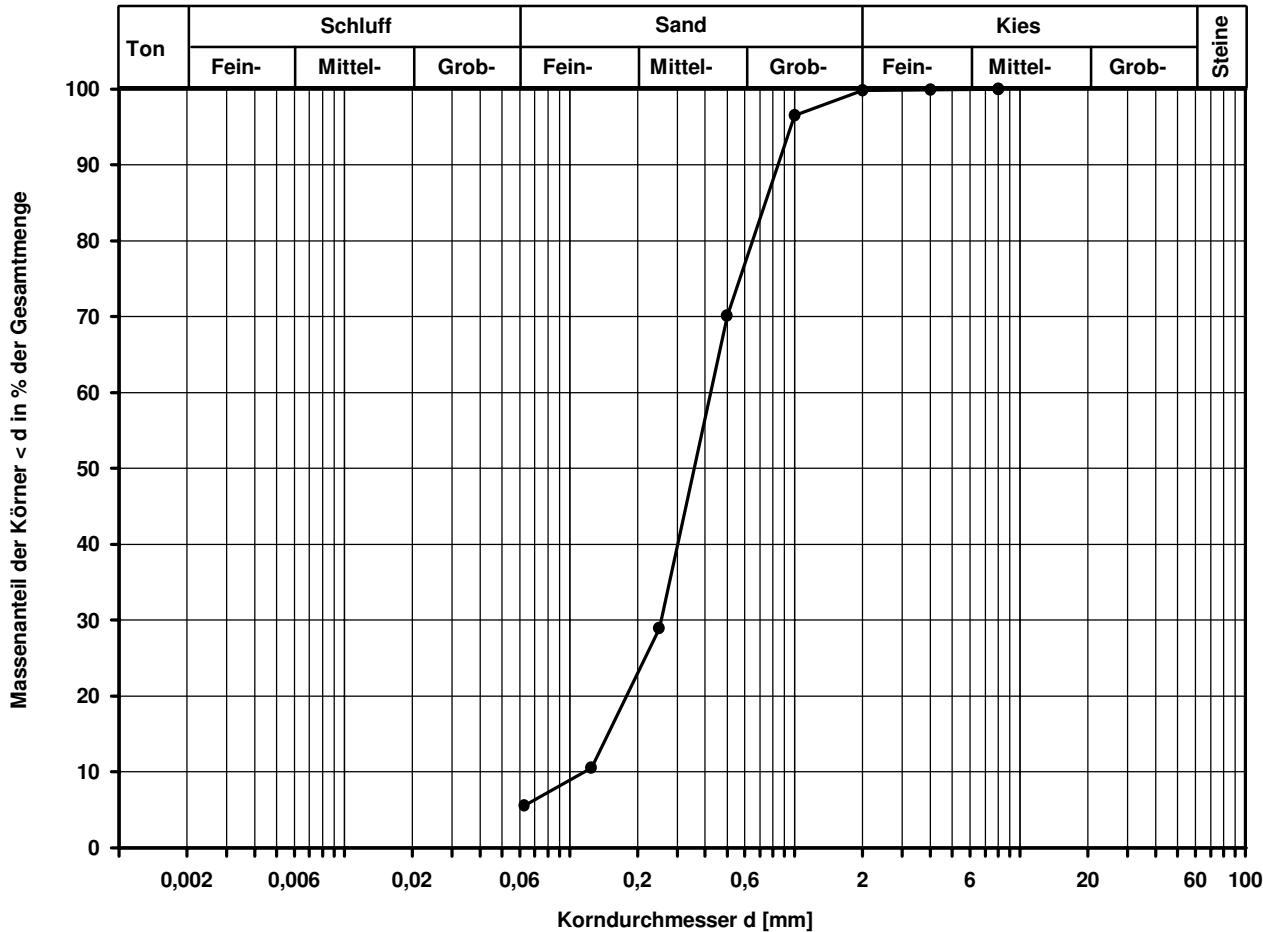
Berechnung k_f Wert:
nach Beyer: 2,444E-04 m/s
nach Bialas: 3,536E-04 m/s



Bemerkungen:

			Aktenzeichen: F221054		Anlage: 3		Blatt: 6		
			Projekt: 2022-138 Eckental, Oberschöllnbach						
Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 Siebung			Entnahmestelle BS 10						
			Tiefe unter GOK:		0,30 - 2,65 m				
			Entnahmeart:		gestört				
			Probenbeschreibung: S,u/t'			Bodengruppe: SU / ST		Stratigraphie:	
			Entn. am:			von: Geotechnik Platzer			
Ausgeführt von: Wolf		am: 02.11.2022	Gepr.:						
Ausgewertet von: Frühwirth		am: 07.11.2022							
Kennziffer [%]		Krümmungszahl C _C C _C = (d30) ² / (d10*d60)		Ungleichförmigkeitszahl U U = d60 / d10	d60 [mm]	d50 [mm]	d20 [mm]	d10 [mm]	
--6--/ 94 / 0 / 0		1,3		3,6	0,4218	0,3565	0,1787	0,1164	

Berechnung k_f Wert:
nach Beyer: 1,219E-04 m/s
nach Bialas: 6,858E-05 m/s



Bemerkungen:

Anlage 4:

Versickerungsversuche

Bohrlochversickerung

BS V 1

nach USBR EARTH-MANUAL 1974

Prüfungs-Nr.: 2022_138

Bauvorhaben: BV Eckental
Oberschöllnbach Hauptstraße

Meßstelle: Versickerungsversuch

BSV 1

Tiefe: 0,5 m - 1,0 m u. Gelände

Bodenart:

-DIN 4022

SE

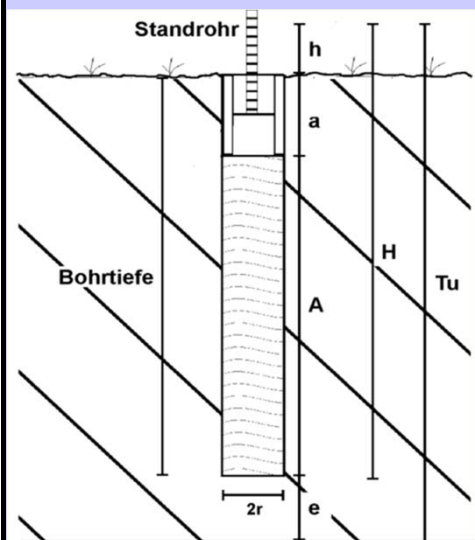
-DIN 18196

Wetter: bewölkt

Wetter Vortag: bewölkt

Ausgef. durch: Glöckner Datum: 26.10.2022

Randbedingungen:



h = Höhe des Wasserspiegels über OK Gelände

a = Tiefe der Verrohrung

A = Länge des unverrohrten Bohrloches

H = Tiefe von Wasserspiegel bis Sohle Bohrloch

Tu = Tiefe von Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, ggf. Fels- oder Schichtwasserhorizont

e = Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht

r = Radius der Bohrung

Feldparameter:

A : 0,50 m

H : 1,85 m

a : 0,50 m

h : 0,85 m

r : 0,040 m

Tu : 2,05 m

e : 0,00 m

Sinkrate Sr : m

Zeit: 194,00 s

Versickerte Wassermenge

$Q = 4,64E-05 \text{ m}^3/\text{s}$

Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwertes:

$$\frac{H}{Tu} = 0,90$$

$$\frac{Tu}{A} = 4,10$$

Es gilt Formel: 2

Formel 1: $\frac{Q}{Cu \cdot r \cdot H}$ mit $\frac{A}{H} =$

und $\frac{H}{r} =$

folgt: $Cu =$

Formel 2: $\frac{2Q}{(Cs + 4) \cdot r(Tu + H - A)}$

mit $\frac{A}{r} =$

12,50

folgt: $Cs =$

28,0

Durchlässigkeitsbeiwert $k =$

$2,13E-05 \text{ m/s}$

Bohrlochversickerung

BS V 2

nach USBR EARTH-MANUAL 1974

Prüfungs-Nr.: 2022_138

Bauvorhaben: BV Eckental
Oberschöllnbach Hauptstraße

Meßstelle: Versickerungsversuch
BSV 2
Tiefe: 1,25 m - 2,00 m u. Gelände

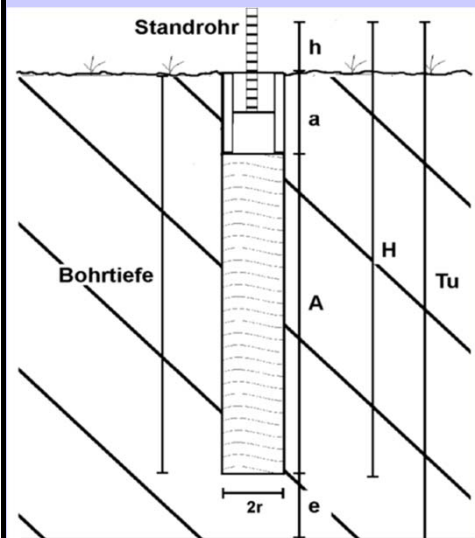
Bodenart:
-DIN 4022 SU / ST

-DIN 18196

Ausgef. durch: Glöckner Datum: 26.10.2022

Wetter: bewölkt
Wetter Vortag: bewölkt

Randbedingungen:



h = Höhe des Wasserspiegels über OK Gelände

a = Tiefe der Verrohrung

A = Länge des unverrohrten Bohrloches

H = Tiefe von Wasserspiegel bis Sohle Bohrloch

Tu = Tiefe von Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, ggf. Fels- oder Schichtwasserhorizont

e = Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht

r = Radius der Bohrung

Feldparameter:

A : 0,75 m
 a : 1,25 m
 r : 0,030 m
 e : 0,00 m
Sinkrate Sr : m
Zeit: 114 s

H : 2,85 m
 h : 0,85 m
 Tu : 2,85 m

Versickerte Wassermenge
 $Q = 7,89E-05 \text{ m}^3/\text{s}$

Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwertes:

$$\frac{H}{Tu} = 1,00 \quad \frac{Tu}{A} = 3,80 \quad \text{Es gilt Formel: } 2$$

Formel 1: $\frac{Q}{Cu \cdot r \cdot H}$ mit $\frac{A}{H} =$ und $\frac{H}{r} =$ folgt: $Cu =$

Formel 2: $\frac{2Q}{(Cs + 4) \cdot r \cdot (Tu + H - A)}$ mit $\frac{A}{r} = 25,00$ folgt: $Cs = 44,0$

Durchlässigkeitsbeiwert $k = 2,22E-05 \text{ m/s}$

Bohrlochversickerung

BS V 3

nach USBR EARTH-MANUAL 1974

Prüfungs-Nr.: 2022_138

Bauvorhaben: BV Eckental
Oberschöllnbach Hauptstraße

Meßstelle: Versickerungsversuch
BSV 3
Tiefe: 0,5 m - 1,0 m u. Gelände

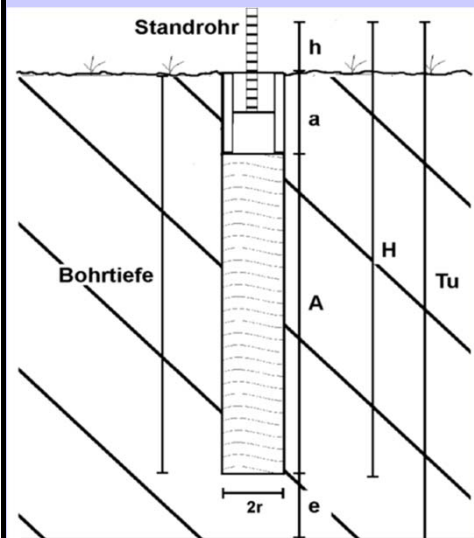
Bodenart:
-DIN 4022 SU / ST

-DIN 18196

Ausgef. durch: Glöckner Datum: 26.10.2022

Wetter: bewölkt
Wetter Vortag: bewölkt

Randbedingungen:



h = Höhe des Wasserspiegels über OK Gelände

a = Tiefe der Verrohrung

A = Länge des unverrohrten Bohrloches

H = Tiefe von Wasserspiegel bis Sohle Bohrloch

Tu = Tiefe von Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, ggf. Fels- oder Schichtwasserhorizont

e = Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht

r = Radius der Bohrung

Feldparameter:

A : 0,50 m
 a : 0,50 m
 r : 0,040 m
 e : 0,00 m
Sinkrate Sr : m
Zeit: 900 s

H : 1,85 m
 h : 0,85 m
 Tu : 1,85 m

Versickerte Wassermenge
 $Q = 2,22E-06 \text{ m}^3/\text{s}$

Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwertes:

$$\frac{H}{Tu} = 1,00 \quad \frac{Tu}{A} = 3,70 \quad \text{Es gilt Formel: } 2$$

Formel 1: $\frac{Q}{Cu \cdot r \cdot H}$ mit $\frac{A}{H} =$ und $\frac{H}{r} =$ folgt: $Cu =$

Formel 2: $\frac{2Q}{(Cs + 4) \cdot r(Tu + H - A)}$ mit $\frac{A}{r} = 12,50$ folgt: $Cs = 29,0$

Durchlässigkeitsbeiwert $k = 1,05E-06 \text{ m/s}$

Bohrlochversickerung

BS V 4

nach USBR EARTH-MANUAL 1974

Prüfungs.-Nr.: 2022_138

Bauvorhaben BV Eckental
Oberschöllnbach Hauptstraße

Meßstelle: Versickerungsversuch

BSV 4

Tiefe: 0,5 m - 1,50 m u. Gelände

Bodenart:

-DIN 4022

SU* / ST*

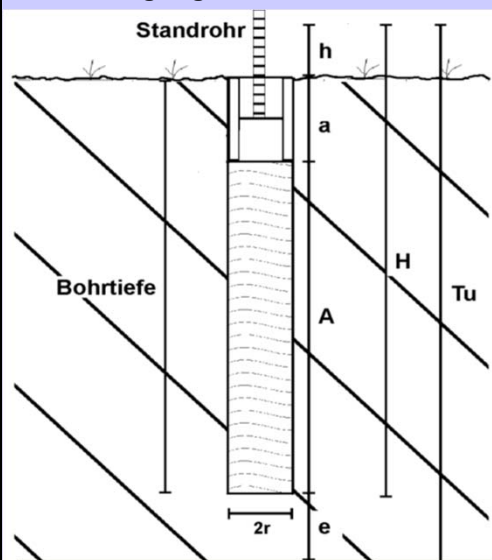
-DIN 18196

Wetter: bewölkt

Ausgef. durch Glöckner Datum: 26.10.2022

Wetter Vortag bewölkt

Randbedingungen:



h = Höhe des Wasserspiegels über OK Gelände

a = Tiefe der Verrohrung

A = Länge des unverrohrten Bohrloches

H = Tiefe von Wasserspiegel bis Sohle Bohrloch

T_u = Tiefe von Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, ggf. Fels- oder Schichtwasserhorizont

e = Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht

r = Radius der Bohrung

Feldparameter:

A : 1,00 m

H : 2,85 m

a : 0,50 m

h : 0,85 m

r : 0,030 m

T_u : 2,95 m

e : 0,10 m

Sinkrate S_r : m

Versickerte Wassermenge

Zeit: 900 s

$Q = 3,89E-06 \text{ m}^3/\text{s}$

Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwertes:

$$\frac{H}{T_u} = 0,97$$

$$\frac{T_u}{A} = 2,95$$

Es gilt Formel 2

Formel 1: $\frac{Q}{C_u \cdot r \cdot H}$ mit $\frac{A}{H} =$ und $\frac{H}{r} =$ folgt: $C_u =$

Formel 2: $\frac{2Q}{(C_s + 4) \cdot r(T_u + H - A)}$ mit $\frac{A}{r} = 33,33$ folgt: $C_s = 54,0$

Durchlässigkeitsbeiwert 9,31E-07 m/s

Anlage 5:

Abfalltechnik Boden

Geotechnik Platzer
Coburger Straße 69
91056 Erlangen

Analysenbericht Nr.	583/0434	Datum:	15.11.2022
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Geotechnik Platzer
 Projekt : Eckental Oberschöllnbach/Sand
 Projekt-Nr. : 2022_138
 Kst.-Stelle :
 Art der Probe : Boden Art der Probenahme :
 Entnahmestelle : Entnahmedatum : 10.11.2022
 Originalbezeich. : MP 1 Probeneingang : 11.11.2022
 Probenehmer : Geotechnik Platzer - Reinhard Platzer
 Untersuchungszeitraum : 11.11.2022 - 15.11.2022 Probenbezeich. : 583/0434

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (EPP)

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe							DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	93,5	-	-	-	-	DIN EN 14346 :2017-09
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	84	-	-	-	-	Siebung

3 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (EPP)

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Arsen	[mg/kg TS]	4,2	20 20	30	50	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	6	40 70	140	300	1000	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,1	04 1	2	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	7,1	30 60	120	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	3,6	20 40	80	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	7,4	15 50	100	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	< 0,02	0,1 0,5	1	3	10	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Zink	[mg/kg TS]	14	60 150	300	500	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser							EN 13657 :2003-01
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	3	10	15	DIN 38 409 -17 :2005-12
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30					DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50	100	300	500	1000	DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25	1	10	30	100	DIN EN ISO 17380 :2013-10

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01						
Σ PCB (6):	[mg/kg TS]	n.n.		0,05	0,1	0,5	1,0	DIN EN 15308 :2016-12
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04			0,5	1,0		
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04			0,3	1,0	1,0	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	< 0,04						
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	n.n.		3	5	15	20	DIN ISO 18287 :2006-05

4 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Eluatherstellung								DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	7,69		6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12	DIN EN ISO 10523 04:2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	18		500	500 2000 ²⁾	1000 2500 ²⁾	1500 3000 ²⁾	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	< 4		10	10	40	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5		20	25	100	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2		2	2	5	10	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5		15	30/50 ³⁾	75	150	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5		50	50	150	300	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5		40	50	150	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15		0,2	0,2/0,5 ³⁾	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 1		< 1	1	3	10	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10		100	100	300	600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10		10	10	50	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5		10	10	50	100	EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	< 2		250	250	250	250	EN ISO 10304:2009-07
Sulfat	[mg/l]	< 5		250	250	250 300 ²⁾	250 600 ²⁾	EN ISO 10304 :2009-07

2) Im Rahmen der erlaubten Verfüllung mit Bauschutt ist eine Überschreitung der Zuordnungswerte für Chlorid, Sulfat, die elektrische Leitfähigkeit, Chrom (ges.) und Quecksilber bis zu den jeweils höheren Werten zulässig. Darüber hinaus darf das Verfüllmaterial keine anderen Belastungen beinhalten.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 15.11.2022

Onlinedokument ohne Unterschrift

M.Sc. Ruth A. Schindele
(stellv. Laborleiterin)

Geotechnik Platzer
Coburger Straße 69
91056 Erlangen

Analysenbericht Nr.	583/0435	Datum:	15.11.2022
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Geotechnik Platzer
Projekt : Eckental Oberschöllnbach/Ton
Projekt-Nr. : 2022_138
Kst.-Stelle :
Art der Probe : Boden Art der Probenahme :
Entnahmestelle : Entnahmedatum : 10.11.2022
Originalbezeich. : MP 2 Probeneingang : 11.11.2022
Probenehmer : Geotechnik Platzer - Reinhard Platzer
Untersuchungszeitraum : 11.11.2022 - 15.11.2022 Probenbezeich. : 583/0435

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (EPP)

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe							DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	86,9	-	-	-	-	DIN EN 14346 :2017-09
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	76	-	-	-	-	Siebung

3 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (EPP)

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Arsen	[mg/kg TS]	18	20 20	30	50	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	18	40 70	140	300	1000	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,12	0,1	2	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	38	30 60	120	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	18	20 40	80	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	38	15 50	100	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,04	0,1 0,5	1	3	10	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Zink	[mg/kg TS]	106	60 150	300	500	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser							EN 13657 :2003-01
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	3	10	15	DIN 38 409 -17 :2005-12
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30					DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50	100	300	500	1000	DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25	1	10	30	100	DIN EN ISO 17380 :2013-10

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01						
Σ PCB (6):	[mg/kg TS]	n.n.		0,05	0,1	0,5	1,0	DIN EN 15308 :2016-12
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04			0,5	1,0		
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04			0,3	1,0	1,0	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	< 0,04						
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	n.n.		3	5	15	20	DIN ISO 18287 :2006-05

4 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Eluatherstellung								DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	7,12		6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12	DIN EN ISO 10523 04:2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	20		500	500 2000 ²⁾	1000 2500 ²⁾	1500 3000 ²⁾	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	< 4		10	10	40	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5		20	25	100	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2		2	2	5	10	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5		15	30/50 ³⁾	75	150	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5		50	50	150	300	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5		40	50	150	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15		0,2	0,2/0,5 ³⁾	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 1		< 1	1	3	10	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10		100	100	300	600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10		10	10	50	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5		10	10	50	100	EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	< 2		250	250	250	250	EN ISO 10304:2009-07
Sulfat	[mg/l]	< 5		250	250	250 300 ²⁾	250 600 ²⁾	EN ISO 10304 :2009-07

2) Im Rahmen der erlaubten Verfüllung mit Bauschutt ist eine Überschreitung der Zuordnungswerte für Chlorid, Sulfat, die elektrische Leitfähigkeit, Chrom (ges.) und Quecksilber bis zu den jeweils höheren Werten zulässig. Darüber hinaus darf das Verfüllmaterial keine anderen Belastungen beinhalten.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 15.11.2022

Onlinedokument ohne Unterschrift

M.Sc. Ruth A. Schindele
(stellv. Laborleiterin)