

Baugrundgutachten

1. Geotechnischer Bericht DIN 1054

Bauvorhaben: **Gemeinde Kleinsendelbach, Landkreis Forchheim**
Bebauungsplan Hofäcker, Fl.-Nr. 75 und 75/2

Auftraggeber: Verwaltungsgemeinschaft Dormitz
Bauamt
Sebalder Straße 12
91077 Dormitz

Planer: BFS+ GmbH
Büro für Städtebau und Bauleitplanung
Hainstraße 12
96047 Bamberg

Leistungsphase: Vorplanung

Objekt: Straßen-/ Kanalbau,
Baufelder mit Versickerungsbewertung

Projektnummer: 2022_014G01

Diese Baugrundbewertung umfasst 30 Seiten und 6 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	6
2.1	Lage und geologischer Überblick	6
2.2	Schichtaufbau und Kennwerte	7
2.3	Hydrogeologische Verhältnisse	10
2.3.1	Grundwasserstände	10
2.3.2	Durchlässigkeit des Untergrundes / Versickerungsfähigkeit	11
2.4	Baugrundmodell	12
2.5	Charakteristische Bodenrechenwerte	12
2.6	Rammfähigkeit des Untergrundes	13
2.7	Beurteilung der Betonaggressivität	13
2.8	Nutzung der Erdwärme	13
3	Kanalbau, Wasserversorgung, Entwässerungsanlagen	14
3.1	Allgemeine Angaben	14
3.2	Bemessungswerte des Sohlwiderstandes und Setzungen / Gründung im Sand	14
3.3	Kanalrohr	15
3.4	Kanalstatik	16
3.5	Wiederverfüllung Kanalgraben	16
3.5.1	Leitungszone	16
3.5.2	Hauptverfüllung	17
3.6	Bodenverbesserung	17
4	Gründungstechnische Schlussfolgerungen Baufelder	18
4.1	Allgemeine Angaben zur Gründung	18
4.2	Bemessungswerte des Sohlwiderstandes und Setzungen / Gründung im Sand	18
5	Straßenbau	20
5.1	Allgemeine Angaben und Höhen	20
5.2	Bemessung des frostsicheren Straßenaufbaus nach RStO 12	20
5.3	Erdplanum	21
5.3.1	Anforderungen und Tragfähigkeit des Erdplanums	21
5.3.2	Bodenverbesserung	21
5.3.3	Erhöhung der ungebundenen Tragschicht	22
5.4	Anforderungen für Tragfähigkeiten	22

6	Bauausführung	23
6.1	Baugrubensicherung, Wasserhaltung während der Bauzeit	23
6.2	Beweissicherung	24
6.3	Auftriebssicherheit	24
6.4	Bautechnische Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen	24
7	Abdichtung, Dränage	24
8	Abfalltechnische Betrachtungen / Bewertung Bodenaushub	25
8.1	Probenahme Abfalltechnik / Chemische Untersuchungen	25
8.2	Untersuchungsergebnisse	26
8.3	Ergebnisbewertung und Empfehlungen	27
8.4	Hinweise zum Bodenaushub / Abfalltechnik	28
9	Homogenbereiche für Erdarbeiten (EAB)	28
10	Zusammenfassung / Schlussbemerkungen	29

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lage- und Aufschlussplan	1 Blatt
Anlage 2	Baugrundprofile (Straßenbereich, Baufelder)	3 Blatt
Anlage 3	Bodenmechanische Laborversuche	4 Blatt
Anlage 4	Versickerungsversuche	3 Blatt
Anlage 5	Wasserchemische Untersuchungen	2 Blatt
Anlage 6	Abfalltechnische Untersuchungen Boden	8 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 26.01.2022 auf der Grundlage unseres Angebots vom 16.11.2021.
- /U 2/ BFS+ GmbH: Büro für Städtebau und Bauleitplanung, Bebauungsplan Hofäcker, Gemeinde Kleinsendelbach, Vorentwurf 3 im Maßstab 1:1.000 mit Stand vom 26.06.2021.
- /U 3/ Wolf Ingenieurgesellschaft mbH, Bestandsvermessung: Lageplan bestand mit Höhen i. M. 1:250 mit Stand vom Oktober 2021.
- /U 4/ Leitungspläne Strom im Bereich BP Hofäcker, N-ERGIE, i.M. 1:1.000 mit Stand vom 14.02.2022, zugesandt per Mail am 14.02.2022
- /U 5/ Trassenauskunft Kabel der Deutschen Telekom i.M. 1:1.000 vom 11.02.2022.
- /U 6/ Trassenauskunft Verwaltungsgemeinschaft Dormitz – Lageplan Leitungen Wasser i. M. 1:500, 03.03.2022.
- /U 7/ Ergebnisse der Aufschlussarbeiten, Geotechnik Platzer vom 25.03. und 28.03.2022.
- /U 8/ Laborergebnisse Eurofins Umwelt Ost GmbH, NL München 07.04.2022.
- /U 9/ Umweltatlas Bayern, Angewandte Geologie;
https://www.umweltatlas.bayern.de/mapapps/resources/apps/lfu_angewandte_geologie_ftz/index.html?lang=de
- /U 10/ Umwelt Atlas Bayern, Naturgefahren;
https://www.umweltatlas.bayern.de/mapapps/resources/apps/lfu_naturgefahren_ftz/index.html?lang=de
- /U 11/ DWA-A 138 Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, 04/2005.
- /U 12/ ZTVE-StB 17 – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Bundesministerium für Verkehr, Abt. Straßenbau, 2017.
- /U 13/ Rudolf Floss: Handbuch ZTVE – Kommentar mit Kompendium Erd- und Felsbau, Kirschbaum, 5.Auflage, Bonn, 2019.
- /U 14/ FGSV - Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaus, Köln, Ausgabe 2016.
- /U 15/ FGSV – Technische Prüfvorschriften für Boden und Fels im Straßenbau, Teil B11.3, Eignungsprüfung für Bodenverbesserung mit Bindemitteln, Köln, Ausgabe 2012
- /U 16/ RSTO 12 – Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. Köln, 2012.
- /U 17/ Rechenprogramm GGU-Footing: Berechnung von Fundamenten nach DIN 4017, DIN 4019, DIN 1054 und EC7, Version 9.02 vom 15.03.2019, GGU GmbH Braunschweig, Copyright + Verfasser Prof. Dr.-Ing. Johann Buß.
- /U 18/ LAGA-Technische Regeln (Heft 20): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen - Technische Regeln -, Stand 11/1997.
- /U 19/ VOB, Beuth Verlag, Berlin 2019.

- /U 20/ EAB: Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“, 6. Auflage, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e. V., Verlag Ernst & Sohn, 2021.
- /U 21/ EAU: Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“, 12. Auflage, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V., Verlag Ernst & Sohn, 2020.
- /U 22/ Geologische Karte von Bayern, Maßstab 1:25.000, Blatt Nr. 6432 Erlangen-Süd, herausgegeben vom Geologischen Landesamt Bayern, 1966.

1.2 Vorgang / Aufgabenstellung

In der Gemeinde Kleinsendelbach der Verwaltungsgemeinschaft Dormitz ist ein Baugebiet südwestlich der Staatsstraße ST 2240 vorgesehen. Die Verwaltungsgemeinschaft Dormitz beauftragte das Ingenieurbüro Geotechnik Platzer am 26.01.2022 mit den Erkundungen und der Erstellung eines Baugrundgutachtens für den Standort auf Grundlage unseres Angebots vom 16.11.2021 /U 1/.

1.3 Erkundungen

Die Freigabe über den Leitungsverlauf der bestehenden Wasserleitung im Untersuchungsgebiet wurde nach dem Ortstermin am 03.03.2022 zwischen Vertretern des Bauamtes und Ortskundigen erteilt. Die Geländearbeiten wurden im Erschließungsgebiet südwestlich der Staatsstraße ST 2240 in Kleinsendelbach am 25.03. und 28.03.2022 durchgeführt. Im Bereich der geplanten Baugrunderschließung wurden acht Bohrsondierungen (BS 1 bis BS 8, Ø 50-80 mm, t = 5,00 bis 6,00 m) und zwei leichte Rammsondierungen (DPL 1, DPL 4 mit 10 cm² Spitzenquerschnitt nach EN ISO 22476-2, t = 1,40 bis 6,00 m) vorgenommen. Die Aufschlüsse sind in der nachfolgenden Tabelle 1 zusammengefasst:

Tabelle 1: Lage der Aufschlusspunkte

Aufschluss-Nr.	Ansatzhöhe [m NHN]	Tiefe	
		[m]	[m NHN]
BS 1 / DPL 1	312,58	5,00 / 1,40	307,58 / 311,18
BS 2	311,83	5,00	306,83
BS 3	311,36	5,00	306,36
BS 4 / DPL 4	310,66	6,00 / 6,00	304,66 / 304,66
BS 5	311,82	6,00	305,82
BS 6	311,76	5,00	306,76
BS 7	312,25	6,00	306,25
BS 8	311,74	5,00	306,74

BS – Bohrsondierung, DPL – leichte Rammsondierung

Alle Ansatzpunkte der Aufschlüsse wurden höhe- und lagebezogen eingemessen. Der Höhenbezug der Aufschlüsse wurde gemäß Vermessungsplan /U 3/ anhand zweier ausgewiesener Höhenpunkte 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 37 Bodenproben entnommen und durch den Bearbeiter nach DIN EN ISO 14688 spezifiziert.

Aus den angetroffenen Bodenschichten wurden 3 Bodenproben ausgewählt und anschließend zur Festlegung der Bodenparameter und Bodengruppen nach DIN 18196 untersucht. Hierbei wurden 3 Siebanalysen zur Bestimmung der Körnungslinien nach DIN EN ISO 17892-4 durchgeführt. Die Ergebnisse der bodenphysikalischen Laborversuche befinden sich in Anlage 3. Zusätzlich wurden 25 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 vorhandenen Baugrundverhältnisse und
- zur abfalltechnischen Einstufung des Bodenaushubs.

2 Darstellung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse

2.1 Lage und geologischer Überblick

Das ausgewiesene Baugebiet liegt im Südwesten des Ortskerns der Gemeinde Kleinsendelbach entlang der Staatsstraße ST 2240. Das Gelände liegt an der Staatsstraße auf einer Höhe von etwa 312 m NHN und fällt nach Süden auf 310,60 m NHN ab.

Nach Angabe der Geologischen Karte von Bayern, Blatt 6432 Erlangen-Süd /U 20/ liegt das Untersuchungsgebiet im Bereich der quartären Ablagerungen der Hauptterrasse. Unterhalb der Terrassensande ist mit dem anstehenden Festgestein (Tonsteine - Feuerletten, Trias, Keuper) und dessen Verwitterungsschichten 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 Kleinsendelbach, Stand vom Januar 2011) **außerhalb einer Erdbebenzone.**

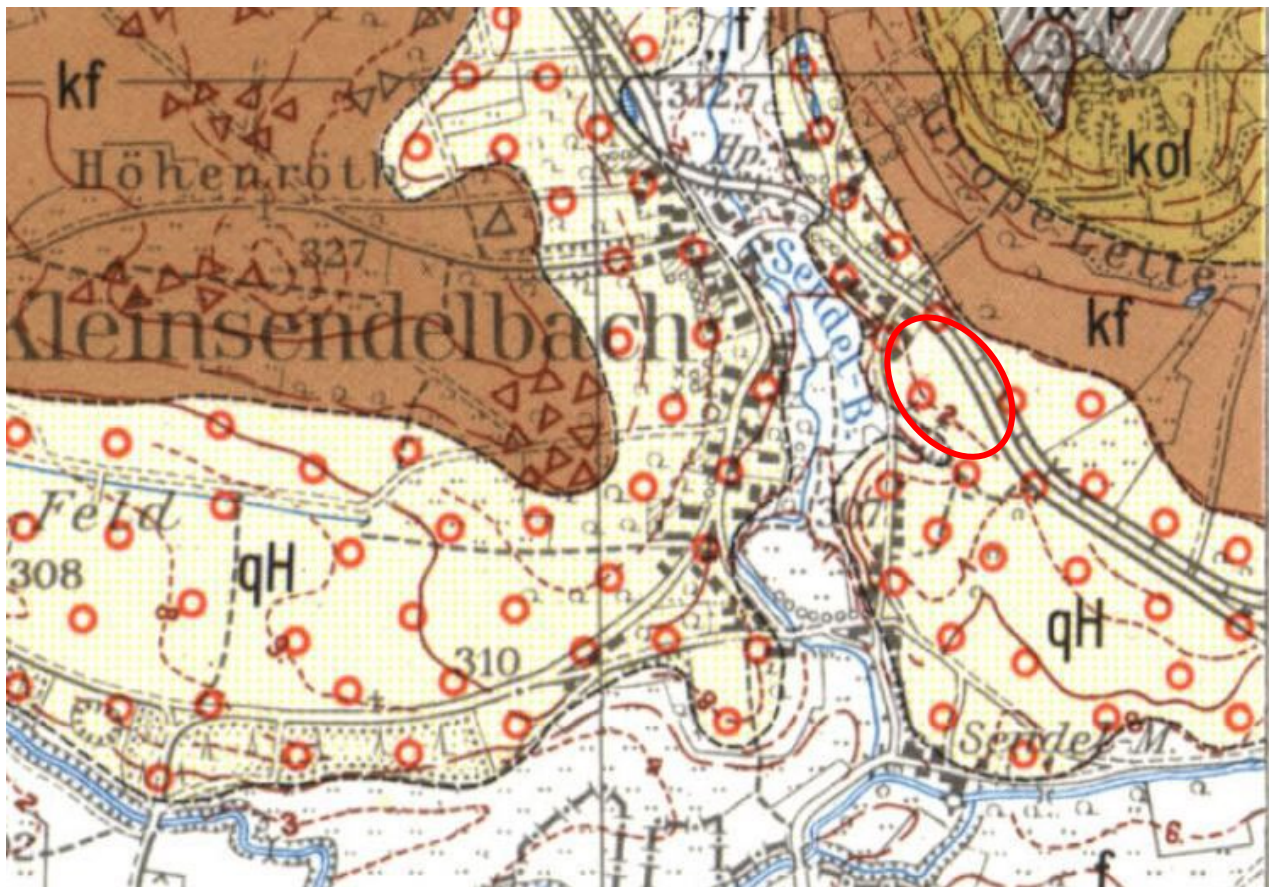


Bild 1: Ausschnitt aus der geologischen Karte von Bayern, 1:25.000 /U 20/: (qH, hellgelb) Hauptterrasse; (kf, hellbraun) Feuerletten mit Konglomerat; (f, weiß) Talfüllung.

2.2 Schichtaufbau und Kennwerte

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

Verkehrsflächen / Straßenbau / Kanalbau

Im Bereich der geplanten Verkehrsflächen bzw. Kanaltrassen (BS 1 bis BS 4) wurde unter dem 0,35 m dicken Mutterboden überwiegend Sand mit geringem bis wechselndem Feinanteil und mitteldichter Lagerung angetroffen.

In BS 1 wird der Oberboden von **Fein- bis Mittelsand (SE)** unterlagert, der ab einer Tiefe von 2,00 m in schwach schluffig/tonigen **Fein- bis Mittelsand (SU, ST)** übergeht und bis 2,75 m Tiefe reicht. Darunter wurde bis zur Endtiefe von 5,00 m schluffig/toniger bis stark schluffig/toniger **Fein- bis Mittelsand (SU*, ST*)** angetroffen.

In BS 2 wird der Oberboden von einer 1,20 m dicken Schicht aus schwach schluffig/tonigem **Fein- bis Mittelsand (SU, ST)** unterlagert. Dieser geht bis in eine Tiefe von 4,35 m in **Fein- bis Mittelsand (SE)** über, der bis zur Endtiefe von 5,00 m von schluffig/tonigem **Fein- bis Mittelsand (SU*, ST*)** unterlagert wird.

In BS 3 wurde unterhalb des Oberbodens eine 2,80 m dicke Schicht aus gleichkörnigem **Fein- bis Mittelsand (SE)** angetroffen, welche bis zur Endtiefe von 5,00 m von schwach schluffig/tonigem **Fein- bis Mittelsand (SU, ST)** unterlagert wird.

In BS 4 wurde unter dem Oberboden zunächst eine 0,30 m dicke Decksicht aus steifem **Ton/Schluff (TM, UM)** angetroffen. Dieser wird von stark schluffig/tonigem **Fein- bis Mittelsand (SU*, ST*)** unterlagert. Ab 1,10 m Tiefe sinkt der Feinanteil und es wurde schwach schluffig/toniger **Fein- bis Mittelsand (SU, ST)** angetroffen, der ab 1,60 m Tiefe in **Fein- bis Mittelsand (SE)** übergeht. Dieser wird ab 5,10 m Tiefe von schwach feinsandigem **Ton/Schluff (TM)** mit steifer Konsistenz unterlagert, der ab 5,50 m bis zur Endtiefe von 6,00 m in stark feinsandigen und tonigen **Schluff (TM, TL)** mit steifer Konsistenz übergeht.

Baufelder / Wohnbebauung

In den Bohrungen im Bereich der Baufelder (BS 5 bis BS 8) wurde oberflächennah ein 0,25 bis 0,35 m dicker **humoser Oberboden** (Mutterboden) angetroffen. Darunter folgt in BS 5 eine 0,15 m dicke Deckschicht aus stark sandigem **Ton/Schluff (TM, TL)** in steifer Konsistenz. Darunter befindet sich in allen Bohrsondierungen Sand mit geringem bis wechselndem Feinanteil und **mittleren Lagerung**.

In BS 5 folgt unter dem Ton/Schluff bis in eine Tiefe von 5,10 m unter GOK z.T. schwach schluffiger **Fein- bis Mittelsand (SE, SU)**. Unterhalb des Sandes tritt eine 0,40 m dicke Schicht aus stark feinsandigem, tonigem **Schluff (TL, TM)** mit weicher bis steifer Konsistenz auf. Dieser geht bis zur Endtiefe von 6,00 m wieder in **Fein- bis Mittelsand (SE)** in mittlerer Lagerungsdichte über.

In BS 6 wird der Oberboden von einer 0,65 m dicken Schicht aus schluffig/tonigem bis stark schluffig/tonigem **Fein- bis Mittelsand (SU*, ST*)** unterlagert. In BS 6 folgt bis 4,00 m Tiefe gleichkörniger Fein- bis Mittelsand (SE]. Dieser wird bis zur Endtiefe von 5,00 m von schwach schluffig/tonigem **Fein- bis Mittelsand (SU, ST)** unterlagert.

In BS 7 befindet sich unterhalb des Oberbodens eine 0,35 m dicke Schicht aus schluffig/tonigem **Fein- bis Mittelsand (SU*, ST*)**, die bis in eine Tiefe von 1,35 m in schwach schluffig/tonigen **Fein- bis Mittelsand (SU, ST)** übergeht. Unterlagert wird dieser von einer 1,30 m dicken Schicht aus reinem **Fein- bis Mittelsand (SE)**. Darunter steigt der Feinanteil erneut an, zunächst wurde eine 1,45 m dicke Schicht aus schwach schluffig/tonigem **Fein- bis Mittelsand (SU, ST)** besteht erbohrt, welche von 4,10 bis 4,80 m Tiefe in schluffig/tonigen **Fein- bis Mittelsand (SU*, ST*)** übergeht. Unterlagert wird dieser von einer 1,00 m dicken Schicht aus stark sandigem **Ton/Schluff (TM, TL)** in steifer Konsistenz. Darunter wurde bis zur Endtiefe von 5,00 m schwach schluffig/toniger **Fein-bis Mittelsand (SU, ST)** in mittlerer Lagerungsdichte angetroffen.

In BS 8 folgt unterhalb des Oberbodens eine 0,60 m dicke Schicht aus schwach schluffig/tonigem **Fein- bis Mittelsand (SU, ST)**. Dieser wird bis in eine Tiefe von 4,10 m von gleichkörnigem **Fein- bis Mittelsand (SE)** unterlagert, auf den bis zur Endtiefe von 5,00 m schwach schluffig/toniger **Fein- bis Mittelsand (SU, ST)** folgt.

Rammsondierungen

Die Rammsondierung DPL 1 musste in 1,40 m unter Gelände aufgrund hoher Eindringwiderstände vorzeitig abgebrochen werden. Ein deutlicher Anstieg der Schlagzahlen ist ab 0,90 m Tiefe zu beobachten.

Die Rammsondierung DPL 4 konnte bis zur Endtiefe von 6,00 m geführt werden. Bis in 1,90 m Tiefe liegen die Schlagzahlen zwischen 6 und 16 Schlägen je 10 cm Eindringtiefe. Darunter sinken die Schlagzahlen bis 3,10 m Tiefe auf 1 bis 5 im Bereich des anstehenden Grundwassers ab. Ab 3,20 m steigen die Schlagzahlen deutlich an und wurden bis 6,00 m Endtiefe zwischen 8 und 27 Schlägen je 10 cm Eindringtiefe gemessen. Zusammenfassend ist von einer mitteldichten Lagerung im Sand auszugehen.

Hinweis: Untergeordnet kann oberflächennah Auffüllung in der Anbindung an die bestehenden Straßen und auf der landwirtschaftlichen Fläche zur Geländemodellierung auftreten. Das genaue Ausmaß und die Verteilung werden sich bei Aushub zeigen.

Tabelle 2: Bodenkennwerte und Zuordnungen

Geologische Bezeichnung	Terrassenablagerungen / Deckschicht		
Bodenart	Sand, schluffig, tonig	Sand	Ton/Schluff
Bodengruppe nach DIN 18196	SU*_{o.P.}, ST*_{o.P.}	SE, SU, ST	TL, TM
Lagerung / Konsistenz	md	md	w...st
Durchlässigkeitswert k [m/s] nach Bialas		2*10 ⁻⁵ bis 3*10 ⁻⁶ *	
Erfahrungswerte	10 ⁻⁶ ... 10 ⁻⁸	10 ⁻⁴ ... 10 ⁻⁶	10 ⁻⁸ ... 10 ⁻¹⁰
Durchlässigkeitsbereich nach DIN 18130	durchlässig bis schwach durchlässig	durchlässig bis schwach durchlässig	schwach bis sehr schwach durchlässig
Frostempfindlichkeit nach ZTVE StB 94	F 3	F 1, F 2	F 3

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

2.3 Hydrogeologische Verhältnisse

2.3.1 Grundwasserstände

Nach Beendigung der Aufschlussarbeiten im März 2022 wurde das Grundwasser in den nachfolgenden Sondierbohrungen erkundet:

Tabelle 3: Übersicht der gemessenen Wasserstände

Aufschluss-Nr.	Ansatzhöhe [m NHN]	OK Wasserstand [m u. GOK]	OK Wasserstand [m NHN]	Bemessungs- wasserstand [m NHN]
BS 3	311,36*	4,25*	307,11*	309,50
BS 4	310,66	2,15	308,51	
BS 5	311,82	4,70	307,12	
BS 6	311,76*	3,20*	308,56*	
BS 7	312,25	4,53	307,72	

*Wasserstand bei Bohrvorgang in BS 3 und BS 6 angetroffen

Es handelt sich um oberflächennahes Grundwasser in den Bohrungen BS 4, BS 5 und BS 8, das in gut durchlässigen Sandlagen der Terrassenablagerungen und Deckschichten in Richtung Sendelbach (Vorfluter) fließt.

Entsprechend dem Umweltatlas Bayern für Naturgefahren /U 10/ befindet sich das Untersuchungsgebiet außerhalb eines wassersensiblen Bereichs und eines festgesetzten Überschwemmungsgebietes. Westlich des Bebauungsplangebiets verläuft der angrenzende Sendelbach 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 ein Bemessungswasserstand des oberflächennahen Grundwassers mit 309,50 m NHN (inklusive 0,50 m Sicherheitszuschlag) anzusetzen. Dies entspricht einem Flurabstand von etwa 1,10 m bis 3,10 m.

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 Bestimmungsmethode 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 Baufelder wurde im Bereich der Sondierbohrungen BS 3, BS 5 und BS 7 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 4: 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 3	1,00 – 2,00	SE	$9,7 \cdot 10^{-6}$	$8,5 \cdot 10^{-5}$	$1,7 \cdot 10^{-5}$
BS 5	1,00 – 2,00	SU / ST	$1,6 \cdot 10^{-6}$	$6,0 \cdot 10^{-5}$	$1,2 \cdot 10^{-5}$
BS 7	1,00 – 2,00	SU / ST	$9,6 \cdot 10^{-7}$	$5,3 \cdot 10^{-5}$	$1,9 \cdot 10^{-6}$

Aus Tabelle 3 ist ersichtlich, dass die gleichkörnigen bis schwach schluffig-tonigen Sande als durchlässig nach DIN 18130 einzustufen sind. Aufgrund der überwiegend durchlässigen, sandigen Böden in der Hauptterrasse ist eine **Versickerung** gemäß DWA Arbeitsblatt A 138 und ATV-DWVK Merkblatt M 153 **darstellbar**. Evtl. anstehende Ton/Schlufflagen in der Versickerungsanlagen sind vollständig bis auf den durchlässigen Sand zu entfernen.

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 5: Baugrundmodell

Schicht		Schicht-Nr.	Bodengruppe lt. DIN 18196	Dicke
Terrassenablagerungen	Sand, schluffig, tonig mitteldicht	1.1	SU*, ST*	0,35...1,80 m
	Sand, z.T. schwach schluffig/tonig mitteldicht	1.2	SE, SU, ST	2,40...4,70 m
	Ton/Schluff, z.T. schwach sandig bis stark sandig weich bis steif	1.3	TL; TM	0,15...1,00 m

2.5 Charakteristische Bodenrechenwerte

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

Tabelle 6: Charakteristische Bodenrechenwerte

Geologische Bezeichnung	Terrassenablagerungen		
Bodenart	Sand schluffig/tonig	Sand	Schluff, Ton
Schicht	1.1	1.2	1.3
Bodengruppe nach DIN 18 196	SU*, ST*	SE, SU, ST	TL, TM
Lagerungsdichte/ Konsistenz	mitteldicht	mitteldicht	weich...steif
Wichte über Wasser (erdf.) γ_k [kN/m³]	20	19	18...19
Wichte u. Wasser γ_k' [kN/m³]	10	10	8...9
Reibungswinkel ϕ_k' [Grad]	30	32,5	22,5...25
Kohäsion c_k' [kN/m²]	0	0	10...15
Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m²]	25	40	3...5

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:

$E_S = E_{S,100kN/m^2} \left(\frac{\sigma}{100kN/m^2} \right)^w$, wobei w ein Parameter ist und σ 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 5 wurde auf der Grundlage der erkundeten Bodenarten, Lagerungsdichten bzw. Konsistenzen und den Erfahrungen des Baugrundgutachters vorgenommen.

Tabelle 7: Rammfähigkeit des Baugrundes

Schicht		Schicht-Nr.	Rammfähigkeit
Terrassenablagerungen	Sand, schluffig, tonig mitteldicht	1.1	mittelschwer
	Sand, z.T. schwach schluffig/tonig mitteldicht	1.2	mittelschwer bis sehr schwer
	Ton/Schluff, z.T. schwach sandig bis stark sandig weich bis steif	1.3	leicht bis mittelschwer

2.7 Beurteilung der Betonaggressivität

Im Zuge der Bohrarbeiten wurde aus dem provisorischen Pegel der Bohrung BS 4 eine Wasserprobe entnommen und eine Laboruntersuchung zur Bewertung der betonaggressiven Stoffe nach DIN 4030 im Labor Agrolab Labor GmbH, Bruckberg vorgenommen. Auf Grundlage der Analyseergebnisse ist das untersuchte Grundwasser als **schwach betonangreifend** (Angriffsgrad XA1) nach DIN 4030 einzustufen. Die Ergebnisse sind in Anlage 6 beigelegt.

2.8 Nutzung der Erdwärme

Nach Umwelt Atlas Bayern, Angewandte Geologie /U 9/ liegt das Bauvorhaben **außerhalb** von Wasserschutzgebieten einer Grundwasserentnahme. Der Bau von Erdwärmesonden an diesem Standort ist **voraussichtlich bis zu 30 m Tiefe möglich**. Der Bau einer Grundwasserwärmepumpe ist nach Einzelfallprüfung und der Bau von Erdwärmekollektoren grundsätzlich möglich. Im Vorfeld ist eine Abstimmung mit den zuständigen Fachbehörden (WWA Kronach, LRA Forchheim) über mögliche Bohrtiefen für Erdwärmesonden vorzunehmen. Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie können die genannten Randbedingungen dargestellt und mit einer Kostenschätzung hinterlegt werden.

3 Kanalbau, Wasserversorgung, Entwässerungsanlagen

3.1 Allgemeine Angaben

Im Erschließungsgebiet „Hofäcker“ in Kleinsendelbach an der Staatsstraße ST 2240 ist die Errichtung von Verkehrs- und Entwässerungsanlagen sowie Wohngebäuden gemäß /U 2/ geplant. An der Nordostseite und an der Südseite erfolgt ein Anschluss an die bestehenden Straßen und Wohnbebauung. Die bestehenden Verkehrsflächen liegen mit ca. 314 m ü. NN in Norden an der Staatsstraße ST 2240 und mit ca. 311,5 m ü. NN im Süden an der Rosenstraße etwa 1 bis 2 m über derzeitigem Gelände des Erschließungsgebietes gemäß /U 3/. Detaillierte Pläne zu den geplanten Höhen für die Erschließungsmaßnahme nicht vor.

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

Kleinste Einbindetiefe des Fundamentes	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands [kN/m ²] 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.

Hinweis: Bei Auftreten von bindigem Boden in der Aushubsohle sind die nachfolgenden Hinweise für den Einbau eines Bodenaustausches und gemäß Abschnitt 3.3 unbedingt zu beachten.

Einbau Bodenaustausch

- 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 Kanalrohr

Die Kanalsohle wird zur Vorbemessung bei einer angenommenen Sohltiefe von 1 m bis 2 m unter derzeitigem Gelände im **Sand** mit wechselndem Feinanteil (SE, SU, ST; untergeordnet SU*/ST*) und untergeordnet in Lagen von steifem Ton/Schluff angesetzt.

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

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 14/ 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.

3.4 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 Steifeiziffer nachfolgender Beziehung abgeleitet werden: $\text{Steifeiziffer} \times 0,75 \approx \text{Verformungsmodul E3 bzw. E4}$. Für den mitteldichten Sand ergibt sich daraus ein Verformungsmodul von etwa 30 MN/m² und für den schluffig-tonigen Sand von etwa 18,75 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.

3.5 Wiederverfüllung Kanalgraben

3.5.1 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.

3.5.2 Hauptverfüllung

Der Bodenaushub besteht aus Sand mit wechselndem Feinanteil (SE, SU, ST-Boden, SU*/ST*-Boden) der Terrassenablagerungen und untergeordnet aus Schluff/Ton (UM, TM, TL-Boden).

Der schluffig-tonige Sand (SU*/ST*-Boden) und Schluff/Ton (UM, TM, TL- 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 bei Bodenverbesserung erfolgen (s. Abs. 3.6). 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 12/ und /U 13/ 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.

3.6 Bodenverbesserung

Neben den unter 3.3 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 15/ 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 15/ 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 Gründungstechnische Schlussfolgerungen Baufelder

4.1 Allgemeine Angaben zur Gründung

Im Erschließungsgebiet ist der Neubau diverser Wohnhäuser vorgesehen. Zur Vorbemessung wird von unterkellerten Einfamilienhäusern ausgegangen, deren Gründungssohle etwa 3,00 m unter der neuen OK Gelände liegt. Aufgrund der Geländesituation ist eine Geländemodellierung und Anhebung der neuen Geländeoberkante von etwa 1 bis 1,5 m anzunehmen.

Zur Vorbemessung wird die Gründungssohle mit etwa 1 bis 2 m unter derzeitiger GOK einheitlich im mitteldichten Sand mit wechselndem Feinanteil angenommen. Die Gründung erfolgt dabei über Bodenplatte oder Streifenfundamente. Detaillierte Pläne zu den geplanten Höhen für die Erschließungsmaßnahme nicht vor. Im Zuge der weiteren Planung sind die Gründungssohlen und die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes zu prüfen.

4.2 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 Sohlwiderstandes** 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 9 **Bemessungswert des Sohlwiderstandes** für Streifenfundamente auf Sand-Boden (SE, SU nach DIN 18196)

Kleinste Einbindetiefe des Fundamentes	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands [kN/m ²] 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 2 cm bis 4 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.

Hinweis: Wird wider Erwarten bindiger Boden mit weicher Konsistenz in der Gründungssohle angetroffen, muss ein Bodenaustausch (gut abgestuftes Material, Beton) von maximal 0,5 m Tiefe bis auf den mindestens steifen Ton erfolgen.

Einbau Bodenaufbau / Bodenaustausch

- Der Einbau des qualifizierten Bodenaustausches unter den Fundamenten muss mit gut abgestuftem, verdichtungsfähigem Material (z.B. Kalkbruch, RCL-Material mit Güte-/Unbedenklichkeitszeugnis) erfolgen.
- 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.

Fazit: Im Zuge der weiteren Planung sind die Gründungssohlen und die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes für die Gebäudegründung zu prüfen.

5 Straßenbau

5.1 Allgemeine Angaben und Höhen

Im Erschließungsgebiet „Hofäcker“ in Kleinsendelbach an der Staatsstraße ST 2240 ist die Errichtung von Verkehrs- und Entwässerungsanlagen sowie Wohngebäuden gemäß /U 2/ geplant. Die bestehenden Verkehrsflächen liegen mit ca. 314 m ü. NN in Norden an der Staatsstraße ST 2240 und mit ca. 311,5 m ü. NN im Süden an der Rosenstraße etwa 1 bis 2 m über derzeitigem Gelände des Erschließungsgebietes gemäß /U 3/. Detaillierte Pläne zu den geplanten Höhen für die Erschließungsmaßnahme nicht vor.

Für den geplanten Bodenauftrag bzw. Dammaufbau 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 im Dammaufbau 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.

5.2 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 4, BS 5) tritt oberflächennah (bis 0,40 bzw. 0,65 m Tiefe) zum Teil sandiger Ton/Schluff 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 Minstdicken aufweisen:

Tab. 10: 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 16/ zu berücksichtigen. Das Bauvorhaben liegt nach RStO 12 in Frosteinwirkungszone II.

Das Grundwasser wurde zwischen 2,15 und 4,70 m unter Gelände angetroffen. Im Zuge von extremen Niederschlagsereignissen ist ein Anstieg im talseitigen, südöstlichen Bereich bis etwa

1,1 m unter derzeitigem Gelände auszugehen (siehe Abs. 2.3.1). Im zentralen und nordwestlichen Bereich ist das Grundwasser bis etwa 3,1 m unter derzeitigem Gelände zu erwarten.

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** und der Frosteinwirkungszone II **ein frostsicherer Straßenaufbau von 0,60 m** gemäß /U 16/ anzusetzen.

Für Verkehrsflächen mit Berücksichtigung der **Belastungsklasse BK 1,8** und der Frosteinwirkungszone II **ein frostsicherer Straßenaufbau von 0,75 m** gemäß /U 16/ 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 16/ zu berücksichtigen.

5.3 Erdplanum

5.3.1 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.

5.3.2 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/m^2 (E_{v2} -Wert) sicher erreicht und erfahrungsgemäß Werte über 60 MN/m^2 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 15/ 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.

5.3.3 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 13/ 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.

5.4 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 Frostschutzschicht	$E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ (Bk 0,3) / $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ (Bk 1,8)

Die o.g. Tragfähigkeitswerte dienen zur Vorbemessung und sind entsprechend der endgültigen Bauweise gemäß /U 16/ anzupassen. Im Vorfeld sind Versuchsfelder für die beschriebenen Bauweisen anzulegen.

6 Bauausführung

6.1 Baugrubensicherung, Wasserhaltung während der Bauzeit

Aufgrund der angetroffenen Wasserstände sind Maßnahmen zur Wasserhaltung für die Baugrube der unterkellerten Gebäude bzw. Kanaltassen während der Bauzeit vorzuhalten, um eine erforderliche Absenkung des Grundwasserstandes bis mindestens 0,5 m unter die Aushubsohle sicherzustellen. Dies betrifft insbesondere den südöstlichen Bereich der Bohrsondierung BS 4. Hier wurde der Wasserstand mit 2,15 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 0,5 m 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 20/.

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.

6.2 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.

6.3 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.

6.4 Bautechnische Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen

Der bindige Boden (Ton, TM, schluffiger Sand SU*) 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.

7 Abdichtung, Dränage

Gebäudeteile unter Grundwasser

Im Zuge langanhaltender Niederschläge bei Hochwasserereignissen ist ein Bemessungswasserstand des Grundwassers mit 309,50 m NHN anzusetzen (siehe Abs. 2.3). Dies entspricht einem Flurabstand von etwa 1,10 m im südöstlichen Bereich bzw. etwa 3,10 m im zentralen und nördlichen Bereich des Bauungsplangebietes 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.

8 Abfalltechnische Betrachtungen / Bewertung Bodenaushub

8.1 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 8 wurden Proben aus dem gewachsenen Boden (Sand / Schluff und Ton) entnommen und zu zwei Mischproben für eine **orientierende abfalltechnische Einstufung** des Bodenaushubs vereint. Die Probenzusammenstellung ist Tabelle 11 zu entnehmen:

Tabelle 11: Übersicht Mischprobenzusammenstellung

Probenbezeichnung	Bereich	Herkunft der Probe	Parameter
MP 1	Bodenaushub Straße gewachsener Boden	BS 1 / 0,35 – 4,55 m BS 2 / 0,35 – 4,35 m BS 3 / 0,35 – 3,15 m BS 4 / 0,35 – 4,00 m	LAGA M 20
MP 2	Bodenaushub Baufelder gewachsener Boden	BS 5 / 0,25 – 5,10 m BS 6 / 0,35 – 4,00 m BS 7 / 0,25 – 4,10 m BS 8 / 0,30 – 4,10 m	LAGA M 20

Die Einzel- und Mischproben wurden bis zur Durchführung der Analytik durchgängig gekühlt und lichtgeschützt aufbewahrt. Die Übergabe an das Prüflabor Eurofins Umwelt Ost GmbH, Aschheim-Dornach (akkreditiertes Labor nach DIN EN ISO/IEC 17025), erfolgte am 01.04.2022. Die Bodenmischproben MP 1 und MP 2 wurden gemäß LAGA Boden Tab. II 1.2-2 und 1.2-3 chemisch untersucht.

8.2 Untersuchungsergebnisse

Das untersuchte Material ist gemäß der Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20 - Anforderung an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen, 06.Nov. 1997 wie folgt einzustufen:

Tabelle 12: Einstufung Boden

Probenbezeichnung:	MP 1 Boden	MP 2 Boden
Probennummer:	722009490	722009491
Prüfberichtsnummer:	AR-22-KS-003437-01	AR-22-KS-003437-01
Herkunft	BS 1 bis BS 4	BS 5 bis BS 8
Einstufung nach LAGA	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 LAGA M 20 dem **Zuordnungswert Z 0** zuzuordnen. Hierbei wurden keine einstufigsrelevanten Parameter festgestellt.

8.3 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 18/. 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.

8.4 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.

9 Homogenbereiche für Erdarbeiten (EAB)

Gemäß VOB – Teil C /U 19/ 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 C 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 13: Übersicht Homogenbereiche für den geplanten Bodenaushub (Erdarbeiten)

Schicht-Nr.	Schichten	Bodengruppen DIN 18196	Homogenbereich e Erdarbeiten	Bodenklassen DIN 18300alt
1.1	Sand, schluffig/tonig	SU*, ST*	ERD A	4
1.2	Sand, schwach schluffig/tonig	SE, SU, ST	ERD B	3
1.3	Ton, Schluff, z.T. schwach bis stark sandig	TL, TM	ERD C	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 14: Eigenschaften und Kennwerte der Homogenbereiche für Erdarbeiten

Eigenschaften / Kennwerte	Homogenbereich		
	ERD A	ERD B	ERD C
Schicht-Nr.	1.1	1.2	1.3
Ortsübliche Bezeichnung	Sand schluffig / tonig	Sand	Schluff, Ton,
Bodengruppe	SU*, ST*	SE, SU, ST	TL, TM
Stein- und Blockanteile [%]	< 10 %	< 10 %	< 10 %
Dichte ρ [g/cm³]	1,5 – 2,1	1,5 – 2,1	1,6 – 2,2
Undr. Schwerfestigkeit	---	--	10 – 50
Wassergehalt w [%]	5 – 25	5 – 25	5 – 25
Konsistenzzahl I_c [-]	---	---	0,50 – 1,30
Plastizitätszahl I_p [%]	---	---	10 – 30
Lagerungsdichte	locker ... dicht	locker... dicht	weich bis fest
Organischer Anteil [%]	< 3	< 3	< 3
LAGA – Voreinstufung*	Z 0	Z 0	Z 0

Die bindigen Böden der Verwitterungsschichten 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.

10 Zusammenfassung / Schlussbemerkungen

In der vorliegenden Baugrundbewertung sind die Baugrundverhältnisse für die Erschließung des Baugebiets „Hofäcker“ in Kleinsendelbach, westlich der Staatsstraße ST 2240 dargestellt. Im Bericht erfolgte eine Baugrundbewertung für die geplanten Verkehrs- und Entwässerungsanlagen sowie die Baufelder. Ergänzend erfolgte eine orientierende, abfalltechnische Bewertung des geplanten Bodenaushubs im Straßenbereich und der Baufelder.

Zur Erkundung des Baugrundes im Trassenverlauf der geplanten Erschließungsstraße und der Kanaltrasse sowie der Baufelder wurden insgesamt 8 Bohrsondierungen und 2 leichte Rammsondierungen bis 6,00 m Tiefe niedergebracht. 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 oberflächennah unterhalb des Oberbodens überwiegend aus Sand mit wechselndem Feinanteil in mitteldichter Lagerung. In den Sand sind Ton-/Schlufflagen von 0,15 m bis 1,00 m Dicke mit weicher bis steifer Konsistenz eingeschaltet.

Die Grundwasserstände wurden zwischen 2,15 und 4,70 m unter Gelände angetroffen. Die Durchlässigkeit des Untergrundes ist überwiegend als durchlässig gemäß DIN 18130 einzustufen.

Zur Vorbemessung liegen die angenommenen **Gründungssohlen** der **Bauwerke** und **Kanalsohlen** im überwiegend im **mitteldichten Sand**, in den untergeordnet weiche bis steife Ton/Schlufflagen mit 0,15 m bis 1,0 m Dicke eingeschaltet sind. Die genauen Angaben zur Gründung können im Detail dem Kapitel 3 entnommen werden.

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

Die Hinweise zur Bauausführung (Wasserhaltung, Baugrubenböschung, Bodenaushub) und zur Abdichtung sind im Detail den Kapitel 6 bis 8 zu entnehmen.

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 20.05.2022



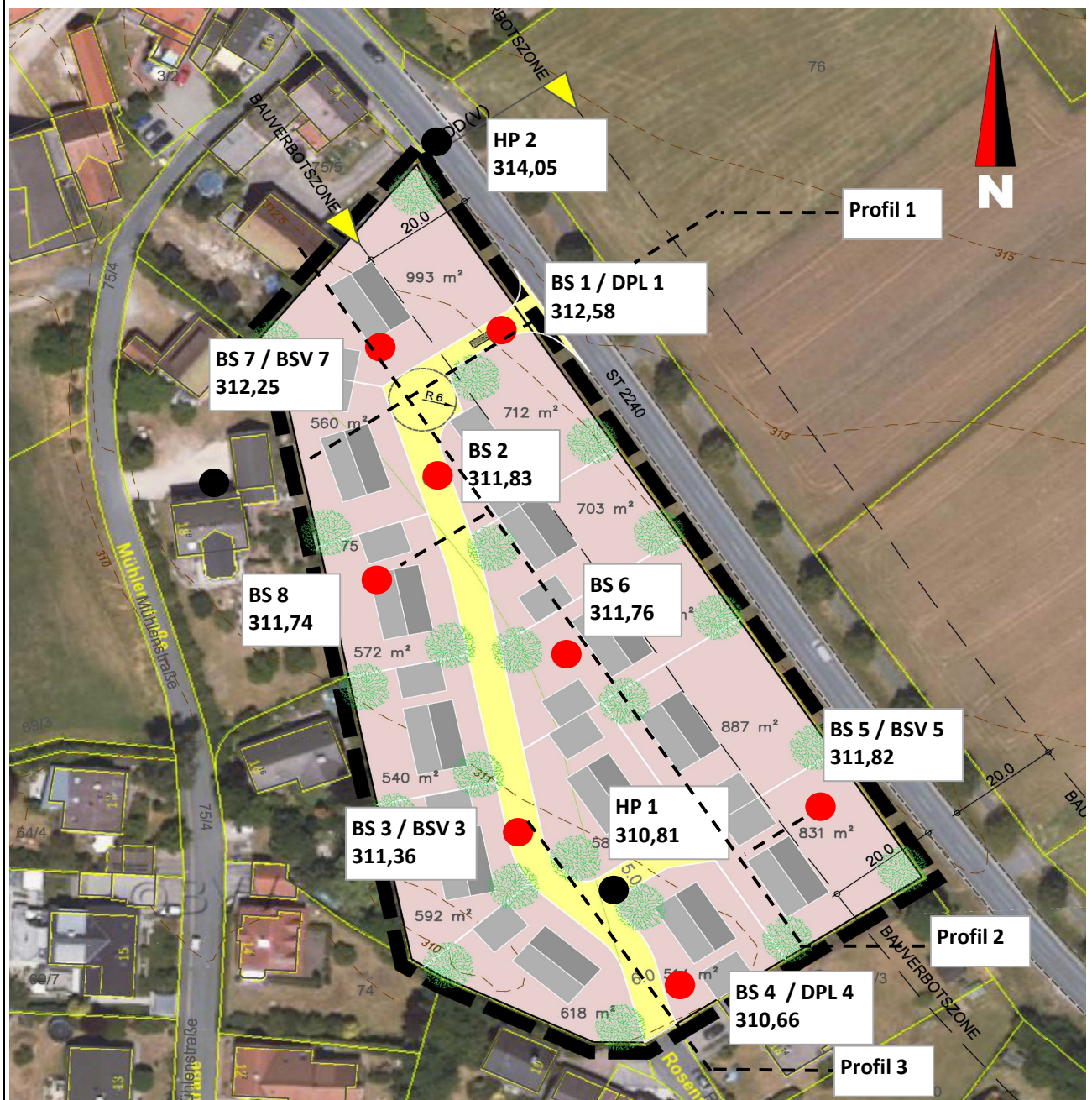
Dipl.-Geol. Reinhard Platzner
pr. Sachverständiger in der Wasserwirtschaft

gez. F. Glöckner

.....
M.Sc. Geowissenschaften

Anlage 1:

Lage- und Aufschlussplan

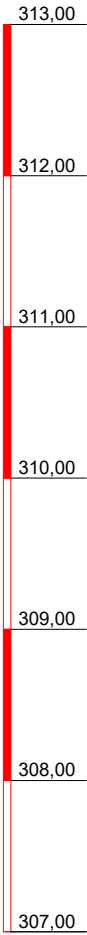


Nr.	Änderungen bzw. Ergänzungen	Datum	Name	Plangrundlage: BFS Bamberg			
Geotechnik Platzer Coburger Straße 69 91056 Erlangen Telefon: 09131/ 68 72 650 Telefax: 09131/ 68 72 651				Anlage: 1		Blatt: 1	
				Auftrags - Nr.:		2022_014	
					Datum	Name	
				bearbeitet	30.03.2022	fk	
				gezeichnet	30.03.2022	fk	
				geprüft	30.03.2022	rp	
				Maßstab: --	BV Erschließungsgebiet Hofäcker Gemarkung Kleinsendelbach, Fl.-Nr. 75 und 75/2 91077 Kleinsendelbach Lageplan Baugrunduntersuchung		
Ausgabe vom							
	Ersatz für						
	Ursprung						

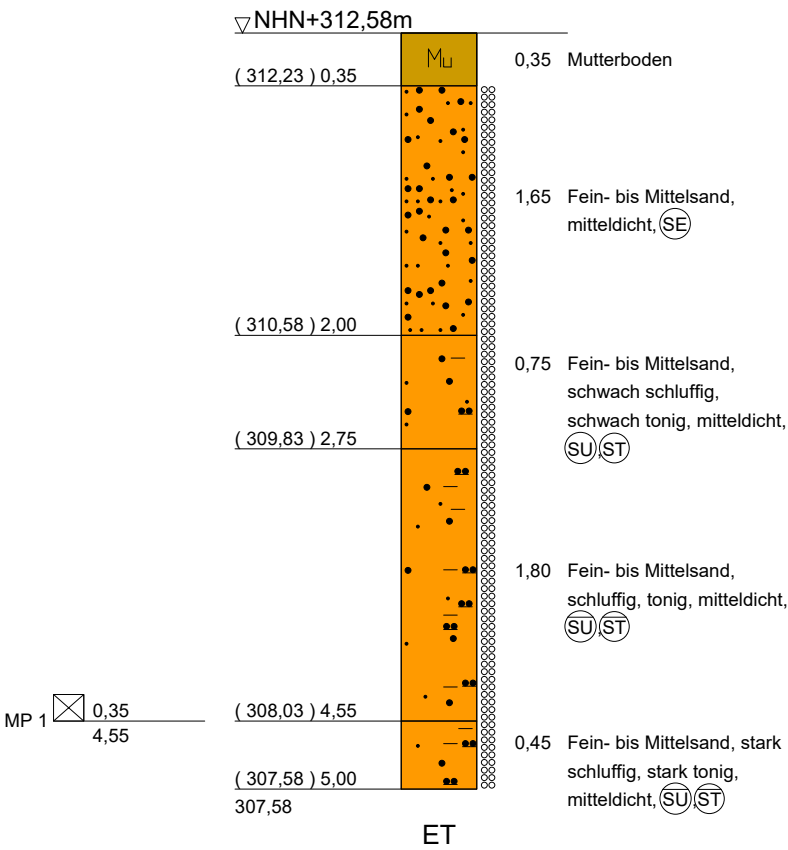
Anlage 2:

Baugrundprofile

NHN+m

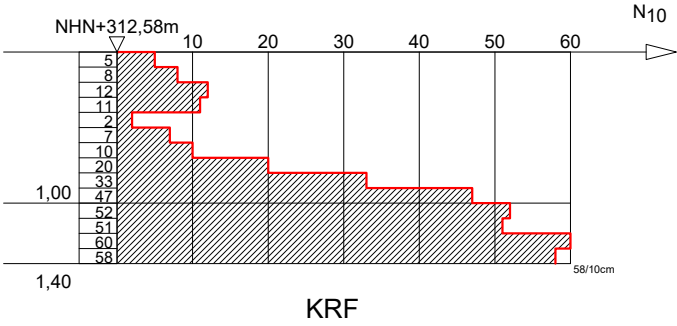


BS 1
28.03.2022

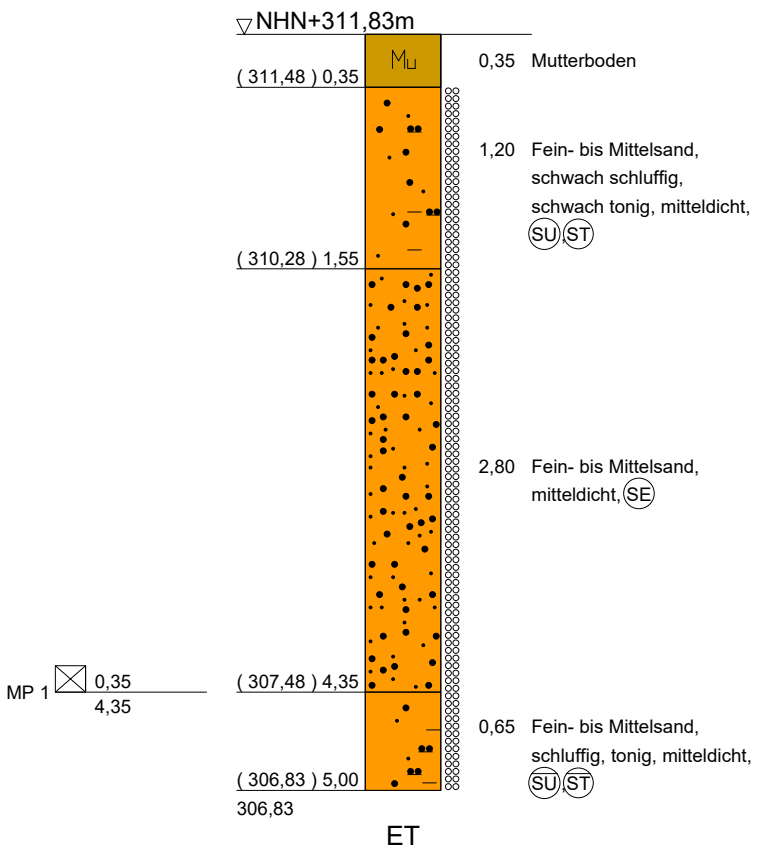


BS 1	
TIEFE	BODENART
0,35	Mutterboden
2,00	Fein- bis Mittelsand, schwach feucht, mitteldicht, (SE), mittelbraun
2,75	Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig, schwach tonig, schwach feucht bis feucht, mitteldicht, (SU)(ST), ab 2,60 m feucht, mittelbraun
4,55	Fein- bis Mittelsand, schluffig, tonig, feucht, mitteldicht, (SU)(ST), 3,30 - 3,35 m Tonlinse, dunkelbraun
5,00	Fein- bis Mittelsand, stark schluffig, stark tonig, feucht, mitteldicht, (SU)(ST), mittelbraun

DPL 1
28.03.2022



BS 2
28.03.2022

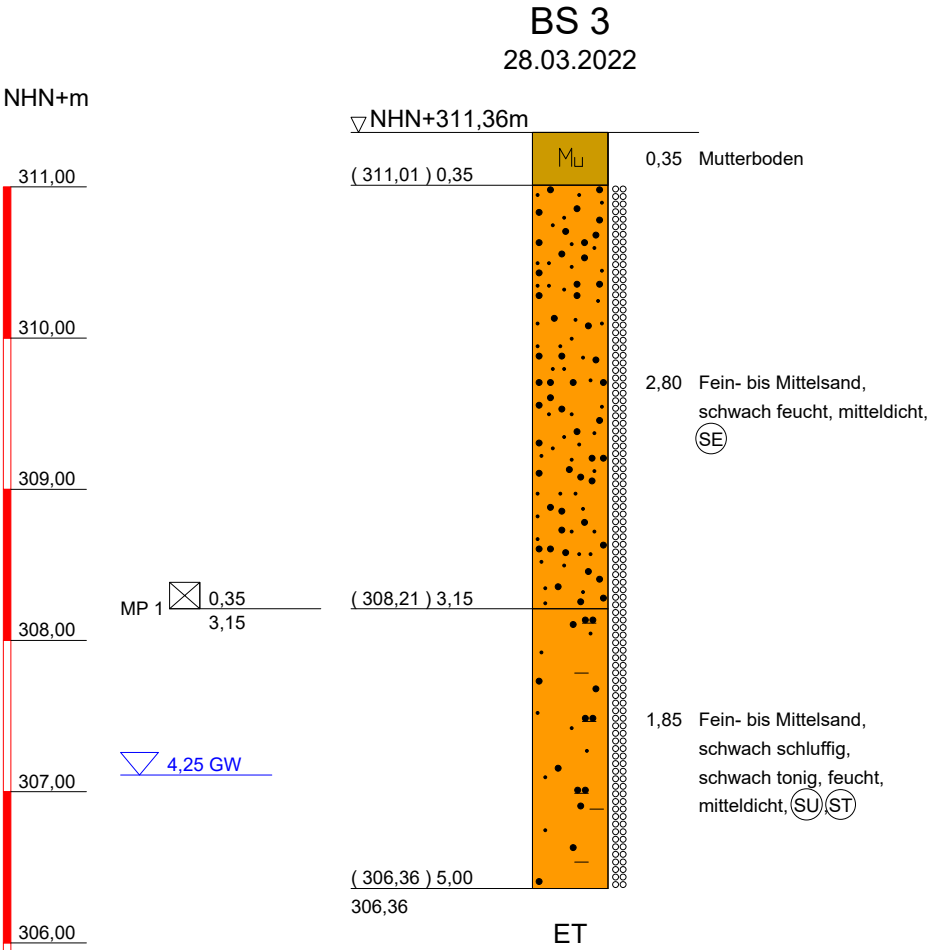


BS 2	
TIEFE	BODENART
0,35	Mutterboden, 5,30 m - 5,70 m Kernverlust
1,55	Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig, schwach tonig, schwach feucht, mitteldicht, (SU)(ST), mittelbraun
4,35	Fein- bis Mittelsand, schwach feucht, mitteldicht, (SE), ab 3,40 m feucht, mittelbraun
5,00	Fein- bis Mittelsand, schluffig, tonig, stark feucht, mitteldicht, (SU)(ST), 4,55 - 4,60 m Tonlinse, mittelbraun

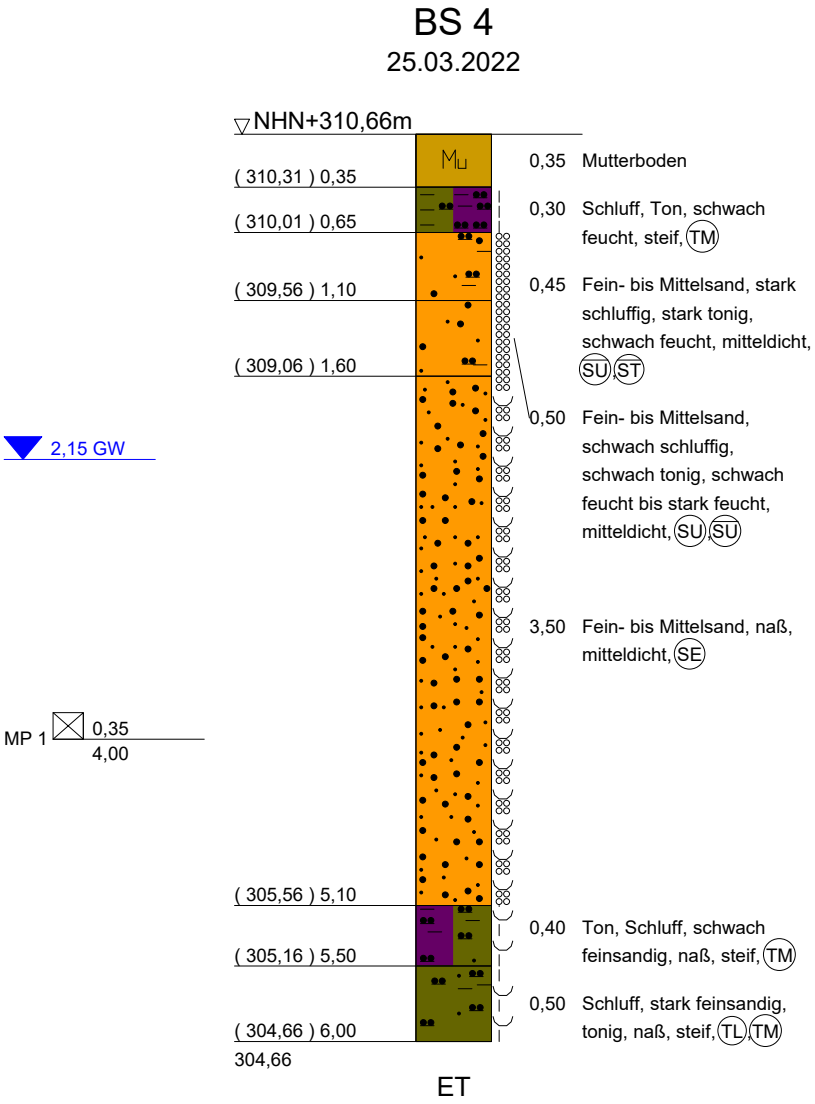
Geotechnik Platzer
Ingenieurbüro
Coburger Straße 69
91056 Erlangen
Tel.: 09131/6872-650
Fax: 09131/68726-651

Bauvorhaben:
BV Erschließungsgebiet Hofäcker
Flur-NR. 75 und 75/2, 91077 Kleinsendelbach
Planbezeichnung:
Bohrprotokolle Baugrunduntersuchung

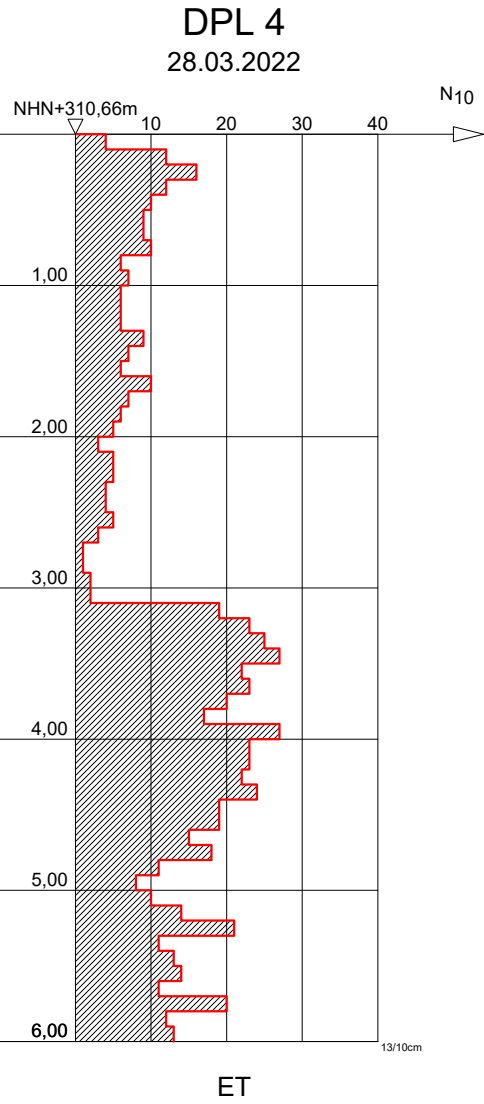
Plan-Nr: 2.1
Projekt-Nr: 2022_014
Datum: 30.03.2022
Maßstab: 1:50
Bearbeiter: Klaassen



BS 3	
TIEFE	BODENART
0,35	Mutterboden
3,15	Fein- bis Mittelsand, schwach feucht, mitteldicht, (SE), 2,30 - 2,35 m und 2,75 - 2,85 m SU* / ST*, ab 2,60 m feucht, mittelbraun
5,00	Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig, schwach tonig, feucht, mitteldicht, (SU)(ST), ab 4,25 m nass, 4,75 - 5,00 m Kernverlust, Bohrloch bei 2,60 m zugefallen, mittelbraun



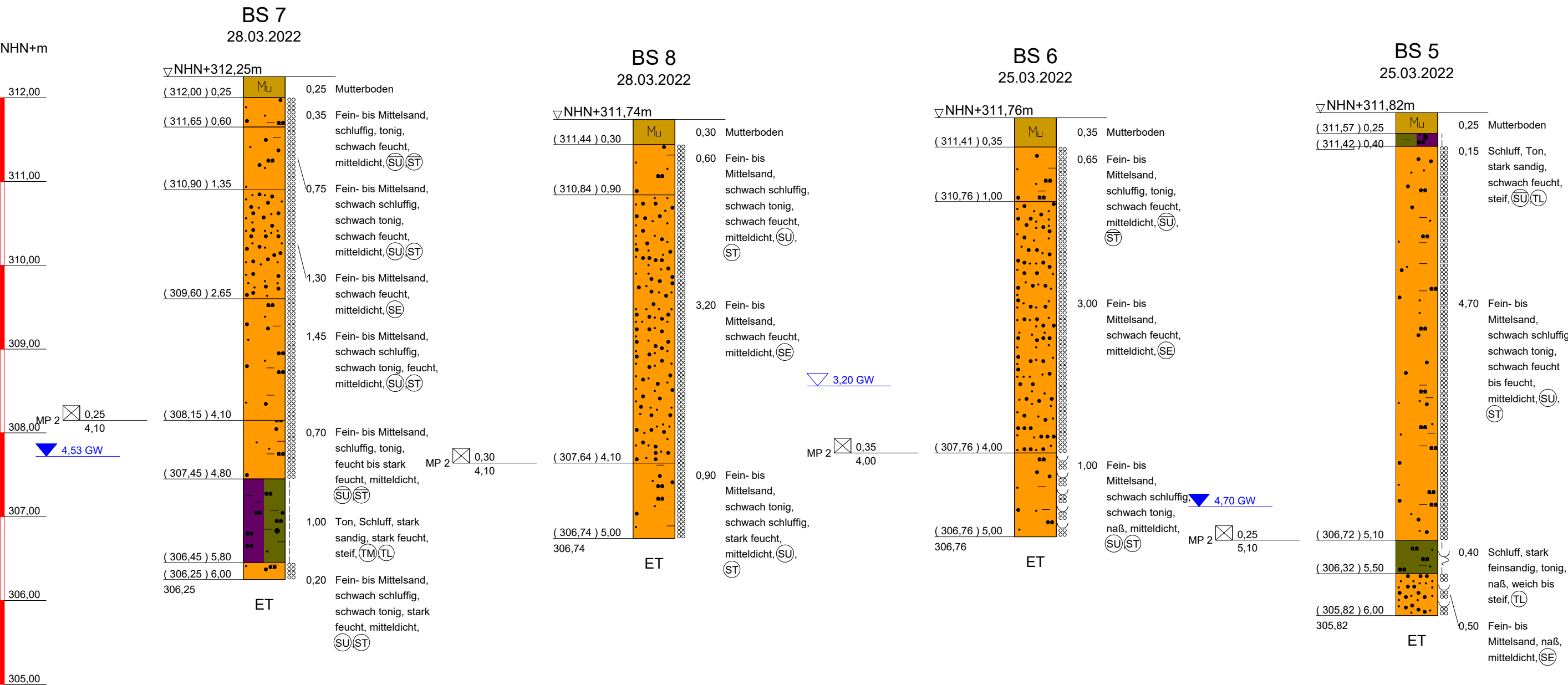
BS 4	
TIEFE	BODENART
0,35	Mutterboden, dunkelbraun
0,65	Schluff, Ton, schwach feucht, steif, (TM), mittelbraun
1,10	Fein- bis Mittelsand, stark schluffig, stark tonig, schwach feucht, mitteldicht, (SU)(ST), mittelbraun
1,60	Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig, schwach tonig, schwach feucht bis stark feucht, mitteldicht, (SU)(SU)
5,10	Fein- bis Mittelsand, naß, mitteldicht, (SE), ab 1,60 m Klopfnass, 4,50 -4,80 m U,T Lagen
5,50	Ton, Schluff, schwach feinsandig, naß, steif, (TM)
6,00	Schluff, stark feinsandig, tonig, naß, steif, (TL)(TM)



Geotechnik Platzer
Ingenieurbüro
Coburger Straße 69
91056 Erlangen
Tel.: 09131/6872-650
Fax: 09131/68726-651

Bauvorhaben:
BV Erschließungsgebiet Hofäcker
Flur-NR. 75 und 75/2, 91077 Kleinsendelbach
Planbezeichnung:
Bohrprotokolle Baugrunduntersuchung

Plan-Nr: 2.2
Projekt-Nr: 2022_014
Datum: 30.03.2022
Maßstab: 1:50
Bearbeiter: Klaassen



BS 7	
TIEFE	BODENART
0,25	Mutterboden
0,60	Fein- bis Mittelsand, schluffig, tonig, schwach feucht, mitteldicht, (SU)(ST), dunkelbraun
1,35	Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig, schwach tonig, schwach feucht, mitteldicht, (SU)(ST), mittelbraun
2,65	Fein- bis Mittelsand, schwach feucht, mitteldicht, (SE), mittelbraun
4,10	Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig, schwach tonig, feucht, mitteldicht, (SU)(ST), mittelbraun
4,80	Fein- bis Mittelsand, schluffig, tonig, feucht bis stark feucht, mitteldicht, (SU)(ST), mittelbraun
5,80	Ton, Schluff, stark sandig, stark feucht, steif, (TM)(TL), mittelbraun
6,00	Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig, schwach tonig, stark feucht, mitteldicht, (SU)(ST), mittelbraun

BS 8	
TIEFE	BODENART
0,30	Mutterboden
0,90	Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig, schwach tonig, schwach feucht, mitteldicht, (SU)(ST), mittelbraun
4,10	Fein- bis Mittelsand, schwach feucht, mitteldicht, (SE), mittelbraun
5,00	Fein- bis Mittelsand, schwach tonig, schwach schluffig, stark feucht, mitteldicht, (SU)(ST), mittelbraun

BS 6	
TIEFE	BODENART
0,35	Mutterboden
1,00	Fein- bis Mittelsand, schluffig, tonig, schwach feucht, mitteldicht, (SU)(ST), mittelbraun
4,00	Fein- bis Mittelsand, schwach feucht, mitteldicht, (SE), ab 3,20 m feucht bis nass, mittelbraun
5,00	Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig, schwach tonig, naß, mitteldicht, (SU)(ST), Bohrloch zugefallen bei 2,70 m, mittelbraun

BS 5	
TIEFE	BODENART
0,25	Mutterboden
0,40	Schluff, Ton, stark sandig, schwach feucht, steif, (SU)(TL), mittelbraun
5,10	Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig, schwach tonig, schwach feucht bis feucht, mitteldicht, (SU)(ST), ab 3,0 m klopfnass, mittelbraun
5,50	Schluff, stark feinsandig, tonig, naß, weich bis steif, (TL), mittelbraun
6,00	Fein- bis Mittelsand, naß, mitteldicht, (SE), mittelbraun

Geotechnik Platzer
Ingenieurbüro
Coburger Straße 69
91056 Erlangen
Tel.: 09131/6872-650
Fax: 09131/68726-651

Bauvorhaben:
BV Erschließungsgebiet Hofäcker
Flur-NR. 75 und 75/2, 91077 Kleinsendelbach
Planbezeichnung:
Bohrprotokolle Baugrunduntersuchung

Plan-Nr: 2.3
Projekt-Nr: 2022_014
Datum: 30.03.2022
Maßstab: 1:50
Bearbeiter: Klaassen

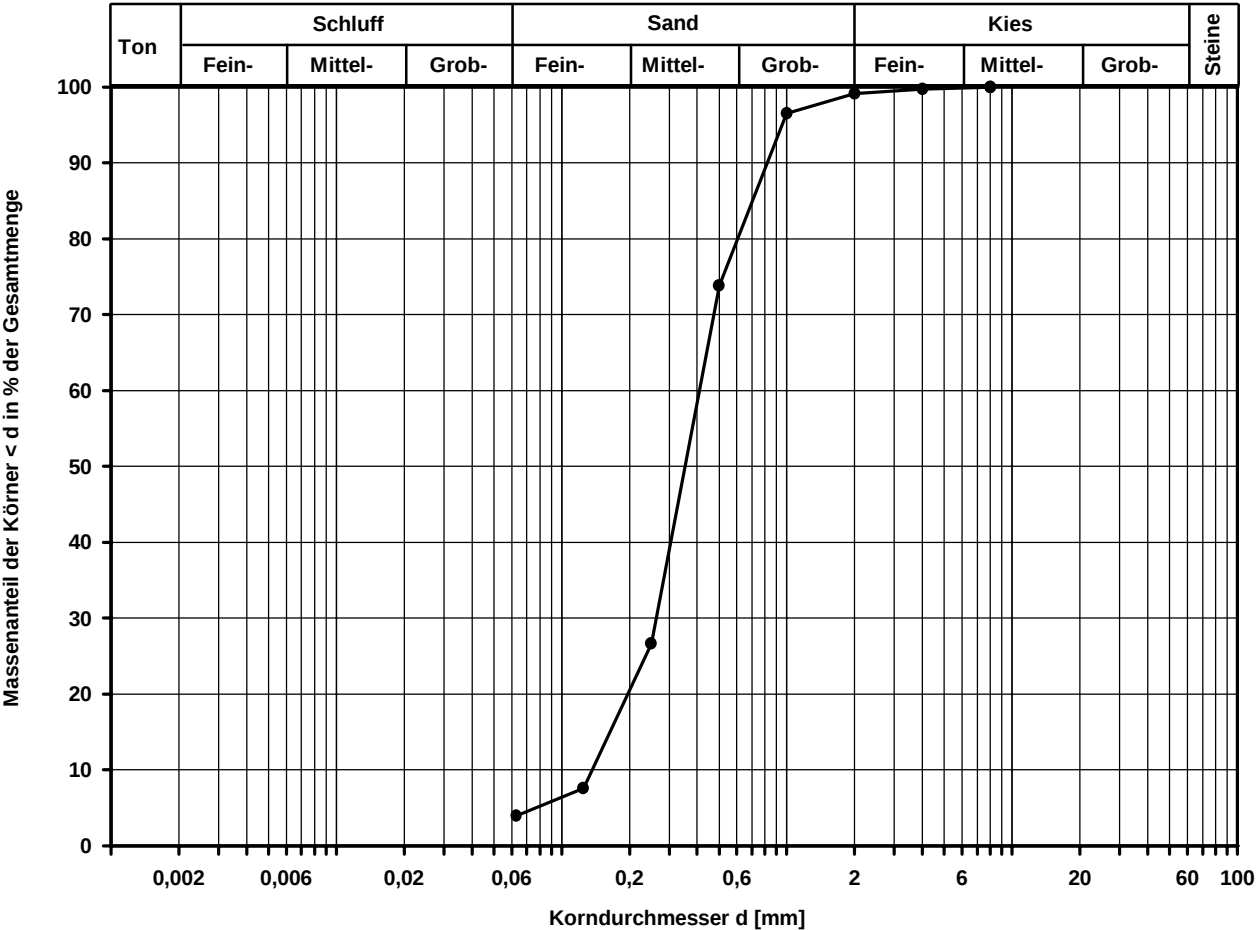
Anlage 3:

Bodenmechanische Laborversuche

				Aktenzeichen: F220287		Anlage:		Blatt:		
				Projekt: 2022-014 Kleinsendelbach						
Zusammenstellung der geomechanischen Versuchsergebnisse										
Entnahmedaten	Proben-Nr.			Zeilen-Nr.:						
	Entnahmestelle				BSV 3	BSV 5	BSV 7			
	Zusätzliche Angaben									
	Entnahmetiefe	von	m		1,00	0,40	0,60			
		bis	m		2,00	2,00	2,00			
Entnahmeart					gestört	gestört	gestört			
Probenbeschreibung					S	S,u/t'	S,u/t'			
Bodengruppe nach DIN18196					SE	SU / ST	SU / ST			
Penetrometerablesung q_p			MN/m ²							
Stratigraphie										
Korn-verf.	Kennziffer = T/U/S/G - Anteil		%	1	--4-- / 95 / 1	--10-- / 89 / 1	--10-- / 88 / 2			
	bzw. --T/U--/S/G	Vers.-Typ			Siebung	Siebung	Siebung			
Dichte-bestimmung	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 Erdaufplast 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	18						
Versuchsdauer d										
Einaxiale Druckfestigk./-modul q_u / E_u			MN/m ²	19						
Probendurchmesser			cm							
Scherwiderst. d. Flügelsonde τ_{FS}			MN/m ²	20						
Scher-versuche	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 ₀ ohne Wasserlagerung		%							
CBR _w mit Wasserlagerung		%		27						
PDV	Verformungs-modul 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: F220287		Anlage:		Blatt:		
			Projekt: 2022-014 Kleinsendelbach						
Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 Siebung			Entnahmestelle BSV 3						
			Tiefe unter GOK:		1,00 - 2,00 m				
			Entnahmeart:		gestört				
			Probenbeschreibung: S			Bodengruppe: SE		Stratigraphie:	
			Entrn. am:			von: Geotechnik Platzer			
Ausgeführt von: Dinkelmeier		am: 04.04.2022	Gepr.:	Ungleichförmigkeitszahl U U = d60 / d10		d60 [mm]	d50 [mm]	d20 [mm]	d10 [mm]
Ausgewertet von: Rhode		am: 05.04.2022		3,0		0,4082	0,3524	0,1965	0,1367
Kennziffer [%]		Krümmungszahl C _c C _c = (d30) ² / (d10*d60)							
--4-- / 95 / 1		1,2							

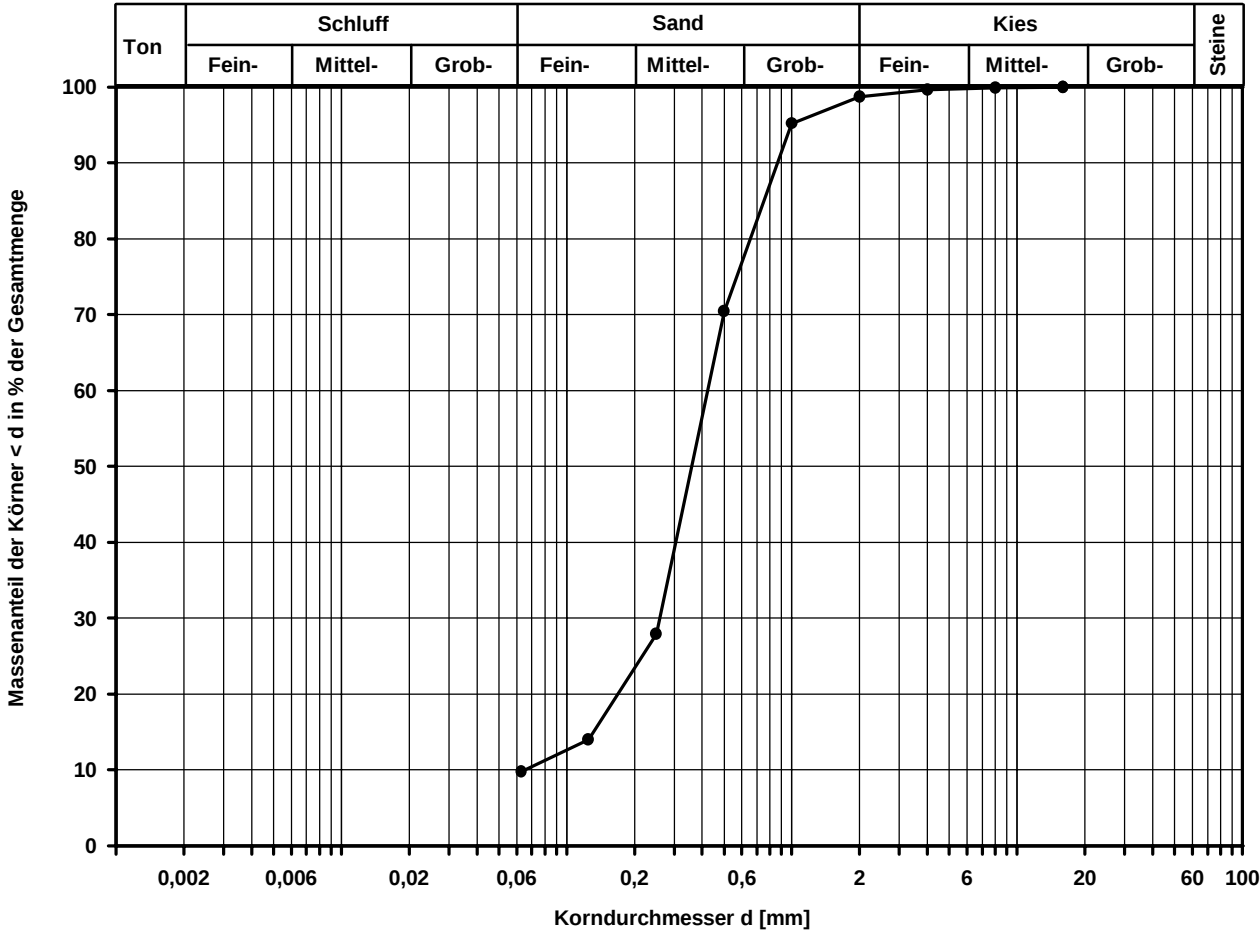
Berechnung k_f Wert:
nach Beyer: 1,682E-04 m/s
nach Bialas: 8,532E-05 m/s



Bemerkungen:

			Aktenzeichen: F220287	Anlage:	Blatt:				
			Projekt: 2022-014 Kleinsendelbach						
Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 Siebung			Entnahmestelle BSV 5						
			Tiefe unter GOK:			0,40 - 2,00 m			
			Entnahmeart:			gestört			
			Probenbeschreibung: S,u/t'			Bodengruppe: SU / ST		Stratigraphie:	
			Entn. am:			von: Geotechnik Platzer			
Ausgeführt von: Dinkelmeier		am: 04.04.2022	Gepr.:						
Ausgewertet von: Rhode		am: 05.04.2022							
Kennziffer [%]		Krümmungszahl C _C C _C = (d30) ² / (d10*d60)		Ungleichförmigkeitszahl U U = d60 / d10	d60 [mm]	d50 [mm]	d20 [mm]	d10 [mm]	
--10-- / 89 / 1		2,4		6,4	0,4218	0,3583	0,1687	0,0659	

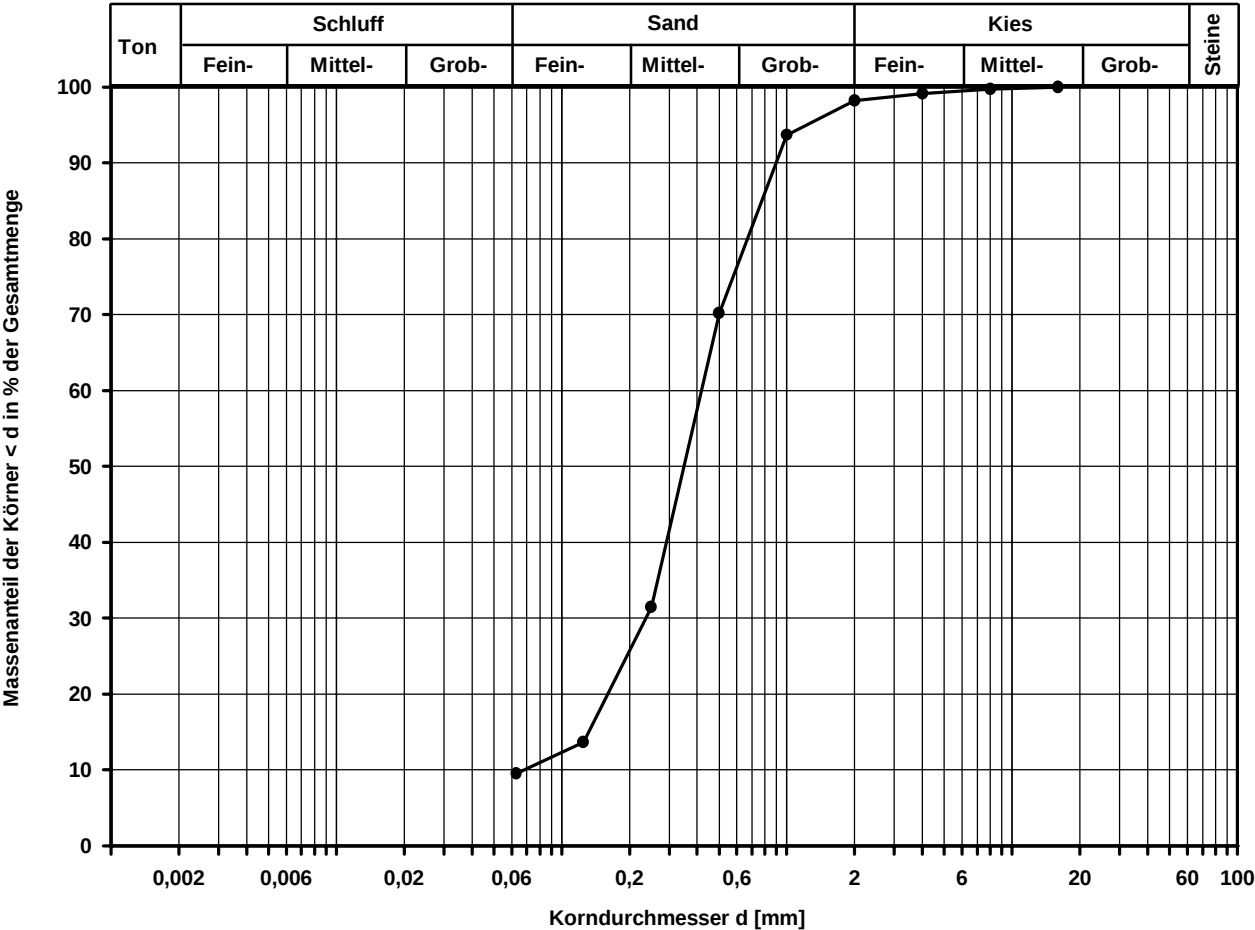
Berechnung k_f Wert:
nach Beyer: 3,474E-05 m/s
nach Bialas: 6,007E-05 m/s



Bemerkungen:

			Aktenzeichen: F220287		Anlage:		Blatt:		
			Projekt: 2022-014 Kleinsendelbach						
Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 Siebung			Entnahmestelle BSV 7						
			Tiefe unter GOK:		0,60 - 2,00 m				
			Entnahmeart:		gestört				
			Probenbeschreibung: S,u/t'			Bodengruppe: SU / ST		Stratigraphie:	
			Entn. am:			von: Geotechnik Platzer			
Ausgeführt von: Dinkelmeier		am: 04.04.2022	Gepr.:	Ungleichförmigkeitszahl U U = d60 / d10		d60 [mm]	d50 [mm]	d20 [mm]	d10 [mm]
Ausgewertet von: Rhode		am: 05.04.2022		6,1		0,4167	0,3484	0,1600	0,0682
Kennziffer [%]		Krümmungszahl C _c C _c = (d30) ² / (d10*d60)							
--10-- / 88 / 2		2,0							

Berechnung k_f Wert:
nach Beyer: 3,721E-05 m/s
nach Bialas: 5,318E-05 m/s



Bemerkungen:

Anlage 4:

Versickerungsversuche

Bohrlochversickerung

nach USBR EARTH-MANUAL 1974

BS V 3

Meßstelle:

Versickerungsversuch

Tiefe:

Versickerungsbohrung

Bodenart:

1,0 m - 2,0 m u. Gelände

-DIN 4022

Fein- bis Mittelsand

-DIN 18196

SE

Wetter:

sonnig

Wetter Vortag:

sonnig

Prüf.-Nr.:

Bauvorhaben:

BV Erschließungsgebiet Hofäcker
Gemarkung Kleinsendelbach, Fl.-Nr. 75&75/2
91077 Kleinsendelbach

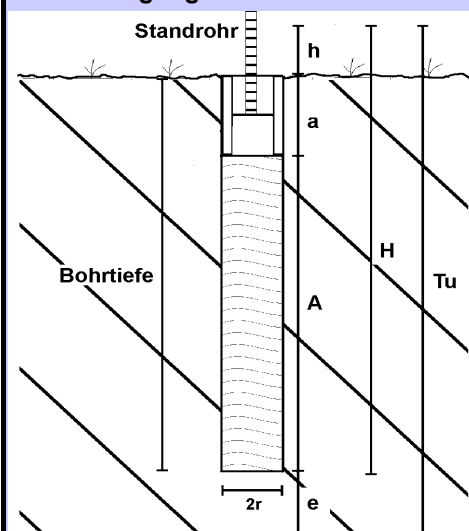
Ausgef. durch:

Glöckner

Datum:

29.03.2022

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 : 1,00 m

H : 2,85 m

a : 1,00 m

h : 0,85 m

r : 0,030 m

Tu : 5,05 m

e : 2,20 m

Sinkrate Sr : m

Versickerte Wassermenge

Zeit: 160 s

$Q = 5,63E-05 \text{ m}^3/\text{s}$

Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwertes:

$$\frac{H}{Tu} =$$

0,56

$$\frac{Tu}{A} =$$

5,05

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 $\frac{A}{r} =$

33,33

folgt: $Cs =$

52,0

Durchlässigkeitsbeiwert $k =$

9,70E-06 m/s

Bohrlochversickerung

nach USBR EARTH-MANUAL 1974

BS V 5

Meßstelle:

Versickerungsversuch
Versickerungsbohrung
1,0 m - 2,0 m u. Gelände

Tiefe:

Bodenart:

-DIN 4022

Fein- bis Mittelsand
schwach schluffig/tonig
SU / ST

-DIN 18196

Wetter:

sonnig

Wetter Vortag:

sonnig

Prüf.-Nr.:

Bauvorhaben:

BV Erschließungsgebiet Hofäcker
Gemarkung Kleinsendelbach, Fl.-Nr. 75&75/2
91077 Kleinsendelbach

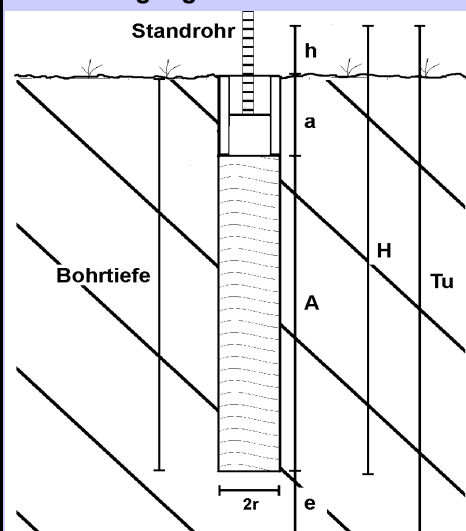
Ausgef. durch:

Glöckner

Datum:

29.03.2022

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 : 1,00 m

H : 2,85 m

a : 1,00 m

h : 0,85 m

r : 0,030 m

Tu : 5,55 m

e : 2,70 m

Sinkrate Sr : m

Versickerte Wassermenge

Zeit: 600 s

$Q = 1,00E-05 \text{ m}^3/\text{s}$

Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwertes:

$$\frac{H}{Tu}$$

= 0,51

$$\frac{Tu}{A}$$

=

5,55

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

$$\frac{A}{r}$$

33,33

folgt: $Cs =$

52,0

Durchlässigkeitsbeiwert $k =$

1,61E-06 m/s

Bohrlochversickerung

BS V 7

nach USBR EARTH-MANUAL 1974

Prüfungs-Nr.:

Bauvorhaben: BV Erschließungsgebiet Hofäcker
Gemarkung Kleinsendelbach, Fl.-Nr. 75&75/2
91077 Kleinsendelbach

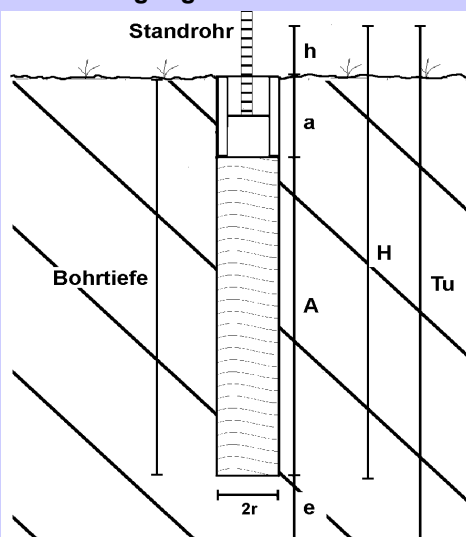
Ausgef. durch: Glöckner Datum: 29.03.2022

Meßstelle: Versickerungsversuch
Versickerungsbohrung
1,0 m - 2,0 m u. Gelände

Tiefe:
Bodenart:
-DIN 4022 Fein- bis Mittelsand
-DIN 18196 schwach schluffig/tonig
SU / ST

Wetter: sonnig
Wetter Vortag: sonnig

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 : 1,00 m
 a : 1,00 m
 r : 0,030 m
 e : 2,53 m
Sinkrate Sr : m
Zeit: 684 s

H : 2,85 m
 h : 0,85 m
 Tu : 5,38 m

Versickerte Wassermenge
 $Q = 5,85E-06 \text{ m}^3/\text{s}$

Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwertes:

$$\frac{H}{Tu} = 0,53 \quad \frac{Tu}{A} = 5,38 \quad \text{Es gilt Formel: } 2$$

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 $\frac{A}{r} = 33,33$ folgt: $Cs = 52,0$

Durchlässigkeitsbeiwert $k = 9,63E-07 \text{ m/s}$

Anlage 5:

Wasseranalytik Betonaggressivität



AGROLAB Labor GmbH, Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

INGENIEURBÜRO GEOTECHNIK PLATZER
Coburger Straße 69
91056 ERLANGEN

Datum 07.04.2022
Kundennr. 27017575

PRÜFBERICHT

Auftrag 3268673 2022_014 Kleisendelbach, Hofäcker
Analysennr. 330545 Wasser
Probeneingang 05.04.2022
Probenahme 28.03.2022 12:00
Probennehmer Auftraggeber (Hr. Glöckner)
Kunden-Probenbezeichnung 2022_014 / BS 4
Hinweis:

Das gesendete Material enthält Bodensatz, dies könnte das Messergebnis beeinflussen.

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Grenzwert Methode

Sensorische Prüfungen

Färbung (Labor)		farblos			DIN EN ISO 7887 : 1994-12
Trübung (Labor)	*)	klar mit Bodensatz			visuell
Geruch (Labor)		ohne			DEV B 1/2 : 1971

Physikalische Parameter

pH-Wert (Labor)		7,2	0		DIN EN ISO 10523 : 2012-04
Leitfähigkeit bei 20 °C (Labor)	µS/cm	493	10		Berechnung aus dem Messwert
Leitfähigkeit bei 25 °C (Labor)	µS/cm	550	10		DIN EN 27888 : 1993-11

Kationen

Ammonium (NH ₄)	mg/l	0,034	0,03		DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Calcium (Ca)	mg/l	95	1		DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02
Magnesium (Mg)	mg/l	12	1		DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02

Anionen

Chlorid (Cl)	mg/l	18	1		DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Nitrat (NO ₃)	mg/l	73	1		DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Sulfat (SO ₄)	mg/l	24	2		DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Sulfid leicht freisetzbar	mg/l	<0,050	0,05		DIN 38405-27 : 1992-07
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	3,09	0,1		DIN 38409-7-2 : 2005-12
Säurekapazität bis pH 4,3 nach Marmorlöse-V.	mmol/l	4,07	0,1		DIN 38409-7-1 : 2004-03

Berechnete Werte

Carbonathärte	°dH	8,7	0,3		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Carbonathärte	mg/l CaO	86,5			Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Nichtcarbonathärte	°dH	7,4	0		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Nichtcarbonathärte	mg/l CaO	73,6	0		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Gesamthärte	°dH	16,0	1		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Gesamthärte	mg/l CaO	160			Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Kalkl. Kohlensäure	mg/l	21,6	1		DIN 4030-2 : 2008-06
Gesamthärte (Summe Erdalkalien)	mmol/l	2,86	0,18		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28
www.agrolab.de



Datum 07.04.2022
Kundennr. 27017575

PRÜFBERICHT

Auftrag 3268673 2022_014 Kleisendelbach, Hofäcker
Analysennr. 330545 Wasser

Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Grenzwert	Methode
Betonaggressivität (Angriffsgrad DIN 4030) *)	XA1, schwach angreifend			DIN 4030-1 : 2008-06

Summarische Parameter

Oxidierbarkeit (KMnO4-Verbrauch)	mg/l	1,1	0,5		DIN EN ISO 8467 : 1995-05
KMnO4-Index (als O2)	mg/l	0,28	0,13		DIN EN ISO 8467 : 1995-05

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.
Die parameterspezifischen analytischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen. Die Mindestleistungskriterien der angewandten Verfahren beruhen bezüglich der Messunsicherheit in der Regel auf der Richtlinie 2009/90/EG der Europäischen Kommission.

Beginn der Prüfungen: 06.04.2022
Ende der Prüfungen: 07.04.2022

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.

AGROLAB Labor GmbH, Manfred Kanzler, Tel. 08765/93996-700
serviceteam4.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung

Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der EN ISO/IEC 17025:2017 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol " *) " gekennzeichnet.

Anlage 6:

Abfalltechnischen Analytik Boden

Eurofins Umwelt Ost GmbH - Max-Planck-Straße 4 - 85609 Aschheim-Dornach bei München

**Geotechnik Platz
Beratender Ingenieur
Coburger Straße 69
91056 Erlangen**

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 72204611
Prüfberichtsnummer: AR-22-KS-003437-01

Auftragsbezeichnung: 2022_014_Kleinsendlbach_Hofäcker

Anzahl Proben: 2
Probenart: Boden
Probenahmedatum: 28.03.2022
Probenehmer: angeliefert vom Auftraggeber

Probeneingangsdatum: 01.04.2022
Prüfzeitraum: 01.04.2022 - 07.04.2022

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Die Ergebnisse beziehen sich in diesem Fall auf die Proben im Anlieferungszustand. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Agnieszka Budna
Prüfleitung
Tel. +49 89716718743

Digital signiert, 07.04.2022
Agnieszka Budna
Prüfleitung

				Vergleichswerte				Probenbezeichnung		MP1
								Probenahmedatum/ -zeit		28.03.2022
								Probennummer		722009490
Parameter	Lab.	Akk.	Methode	Z0	Z1.1	Z1.2	Z2	BG	Einheit	

Probenvorbereitung

Probenmenge inkl. Verpackung	AN/u	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07						kg	4,6
Fremdstoffe (Art)	AN/u	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07							nein
Fremdstoffe (Menge)	AN/u	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07						g	0,0
Siebrückstand > 10mm	AN/u	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07							nein

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz

Trockenmasse	AN/u	RE000 GI	DIN EN 14346: 2007-03					0,1	Ma.-%	89,8
pH in CaCl ₂	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 10390: 2005-12	5,5 - 8 ²⁾	5,5 - 8 ²⁾	5 - 9 ²⁾	2)			7,0

Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz

TOC	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15936: 2012-11 (AN.L8: Ver.A; FG,F5: Ver.B)					0,1	Ma.-% TS	0,1
EOX	AN/u	RE000 GI	DIN 38414-17 (S17): 2017-01	1	3	10	15	1,0	mg/kg TS	< 1,0
Kohlenwasserstoffe C10-C22	AN/u	RE000 GI	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09					40	mg/kg TS	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	AN/u	RE000 GI	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	100	300	500	1000	40	mg/kg TS	< 40

BTEX aus der Originalsubstanz

Benzol	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Toluol	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Ethylbenzol	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05
m-/p-Xylol	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05
o-Xylol	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Summe BTEX	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	< 1	1	3	5		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾

LHKW aus der Originalsubstanz

Dichlormethan	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05
trans-1,2-Dichlorethen	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05
cis-1,2-Dichlorethen	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Chloroform (Trichlormethan)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05
1,1,1-Trichlorethan	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Tetrachlormethan	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Trichlorethen	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Tetrachlorethen	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05
1,1-Dichlorethen	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05
1,2-Dichlorethan	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Summe LHKW (10 Parameter)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	< 1	1	3	5		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾

				Vergleichswerte				Probenbezeichnung		MP1
								Probenahmedatum/ -zeit		28.03.2022
								Probennummer		722009490
Parameter	Lab.	Akk.	Methode	Z0	Z1.1	Z1.2	Z2	BG	Einheit	
PAK aus der Originalsubstanz										
Naphthalin	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05		< 0,5	< 1		0,05	mg/kg TS	< 0,05
Acenaphthylen	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Acenaphthen	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Fluoren	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Phenanthren	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Anthracen	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Fluoranthren	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Pyren	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[a]anthracen	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Chrysen	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[b]fluoranthren	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[k]fluoranthren	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[a]pyren	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05		< 0,5	< 1		0,05	mg/kg TS	< 0,05
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Dibenzo[a,h]anthracen	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[ghi]perylene	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	1	5	15	20		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl. BG	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05						mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾

PCB aus der Originalsubstanz

PCB 28	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12					0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 52	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12					0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 101	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12					0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 153	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12					0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 138	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12					0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 180	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12					0,01	mg/kg TS	< 0,01
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,02	0,1	0,5	1		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾
PCB 118	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12					0,01	mg/kg TS	< 0,01
Summe PCB (7)	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12						mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾

				Vergleichswerte				Probenbezeichnung		MP1
								Probenahmedatum/ -zeit		28.03.2022
								Probennummer		722009490
Parameter	Lab.	Akk.	Methode	Z0	Z1.1	Z1.2	Z2	BG	Einheit	

Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01[#]

Arsen (As)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	20	30	50	150	0,8	mg/kg TS	7,6
Blei (Pb)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	100	200	300	1000	2	mg/kg TS	8
Cadmium (Cd)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,6	1	3	10	0,2	mg/kg TS	< 0,2
Chrom (Cr)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	50	100	200	600	1	mg/kg TS	10
Kupfer (Cu)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	40	100	200	600	1	mg/kg TS	6
Nickel (Ni)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	40	100	200	600	1	mg/kg TS	12
Quecksilber (Hg)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,3	1	3	10	0,07	mg/kg TS	< 0,07
Thallium (Tl)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,5	1	3	10	0,2	mg/kg TS	< 0,2
Zink (Zn)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	120	300	500	1500	1	mg/kg TS	19

Anionen aus der Originalsubstanz

Cyanide, gesamt	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 17380: 2013-10	1	10	30	100	0,5	mg/kg TS	< 0,5
-----------------	------	-------------	------------------------	---	----	----	-----	-----	----------	-------

Physikal.-chem. Kenngrößen a.d. 10:1-Schüttteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

pH-Wert	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04	6,5 - 9 ²⁾	6,5 - 9 ²⁾	6 - 12 ²⁾	5,5 - 12 ²⁾			7,7
Temperatur pH-Wert	AN/u	RE000 GI	DIN 38404-4 (C4): 1976-12						°C	19,6
Leitfähigkeit bei 25°C	AN/u	RE000 GI	DIN EN 27888 (C8): 1993-11	500	500	1000	1500	5	µS/cm	16

Anionen aus dem 10:1-Schüttteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Chlorid (Cl)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	10	10	20	30	1,0	mg/l	1,3
Sulfat (SO ₄)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	50	50	100	150	1,0	mg/l	< 1,0
Cyanide, gesamt	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	< 10	10	50	100 ³⁾	5	µg/l	< 5

Org. Summenparameter aus dem 10:1-Schüttteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Phenolindex, wasserdampflich	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 14402 (H37): 1999-12	< 10 ⁴⁾	10 ⁴⁾	50 ⁴⁾	100 ⁴⁾	10	µg/l	< 10
---------------------------------	------	-------------	------------------------------------	--------------------	------------------	------------------	-------------------	----	------	------

Elemente aus dem 10:1-Schüttteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Arsen (As)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	10	10	40	60	1	µg/l	< 1
Blei (Pb)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	20	40	100	200	1	µg/l	< 1
Cadmium (Cd)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	2	2	5	10	0,3	µg/l	< 0,3
Chrom (Cr)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	15	30	75	150	1	µg/l	< 1
Kupfer (Cu)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	50	50	150	300	5	µg/l	< 5
Nickel (Ni)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	40	50	150	200	1	µg/l	< 1
Quecksilber (Hg)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,2	0,2	1	2	0,2	µg/l	< 0,2
Thallium (Tl)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	< 1	1	3	5	0,2	µg/l	< 0,2
Zink (Zn)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	100	100	300	600	10	µg/l	< 10

Probenvorbereitung Feststoffe

Königswasseraufschluss	AN/u	RE000 GI	DIN EN 13657: 2003-01							X
------------------------	------	-------------	-----------------------	--	--	--	--	--	--	---

				Vergleichswerte				Probenbezeichnung		MP2
								Probenahmedatum/ -zeit		28.03.2022
								Probennummer		722009491
Parameter	Lab.	Akk.	Methode	Z0	Z1.1	Z1.2	Z2	BG	Einheit	

Probenvorbereitung

Probenmenge inkl. Verpackung	AN/u	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07						kg	4,5
Fremdstoffe (Art)	AN/u	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07							nein
Fremdstoffe (Menge)	AN/u	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07						g	0,0
Siebrückstand > 10mm	AN/u	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07							nein

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz

Trockenmasse	AN/u	RE000 GI	DIN EN 14346: 2007-03					0,1	Ma.-%	90,8
pH in CaCl ₂	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 10390: 2005-12	5,5 - 8 ²⁾	5,5 - 8 ²⁾	5 - 9 ²⁾	2)			6,0

Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz

TOC	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15936: 2012-11 (AN.L8: Ver.A; FG,F5: Ver.B)					0,1	Ma.-% TS	0,2
EOX	AN/u	RE000 GI	DIN 38414-17 (S17): 2017-01	1	3	10	15	1,0	mg/kg TS	< 1,0
Kohlenwasserstoffe C10-C22	AN/u	RE000 GI	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09					40	mg/kg TS	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	AN/u	RE000 GI	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	100	300	500	1000	40	mg/kg TS	< 40

BTEX aus der Originalsubstanz

Benzol	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Toluol	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Ethylbenzol	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05
m-/p-Xylol	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05
o-Xylol	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Summe BTEX	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	< 1	1	3	5		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾

LHKW aus der Originalsubstanz

Dichlormethan	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05
trans-1,2-Dichlorethen	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05
cis-1,2-Dichlorethen	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Chloroform (Trichlormethan)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05
1,1,1-Trichlorethan	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Tetrachlormethan	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Trichlorethen	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Tetrachlorethen	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05
1,1-Dichlorethen	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05
1,2-Dichlorethan	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Summe LHKW (10 Parameter)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	< 1	1	3	5		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾

				Vergleichswerte				Probenbezeichnung		MP2
								Probenahmedatum/ -zeit		28.03.2022
								Probennummer		722009491
Parameter	Lab.	Akk.	Methode	Z0	Z1.1	Z1.2	Z2	BG	Einheit	
PAK aus der Originalsubstanz										
Naphthalin	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05		< 0,5	< 1		0,05	mg/kg TS	< 0,05
Acenaphthylen	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Acenaphthen	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Fluoren	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Phenanthren	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Anthracen	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Fluoranthren	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Pyren	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[a]anthracen	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Chrysen	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[b]fluoranthren	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[k]fluoranthren	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[a]pyren	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05		< 0,5	< 1		0,05	mg/kg TS	< 0,05
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Dibenzo[a,h]anthracen	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[ghi]perylen	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	1	5	15	20		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl. BG	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05						mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾

PCB aus der Originalsubstanz

PCB 28	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12					0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 52	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12					0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 101	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12					0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 153	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12					0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 138	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12					0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 180	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12					0,01	mg/kg TS	< 0,01
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,02	0,1	0,5	1		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾
PCB 118	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12					0,01	mg/kg TS	< 0,01
Summe PCB (7)	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12						mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾

				Vergleichswerte				Probenbezeichnung		MP2
								Probenahmedatum/ -zeit		28.03.2022
								Probennummer		722009491
Parameter	Lab.	Akk.	Methode	Z0	Z1.1	Z1.2	Z2	BG	Einheit	

Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01[#]

Arsen (As)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	20	30	50	150	0,8	mg/kg TS	4,9
Blei (Pb)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	100	200	300	1000	2	mg/kg TS	7
Cadmium (Cd)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,6	1	3	10	0,2	mg/kg TS	< 0,2
Chrom (Cr)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	50	100	200	600	1	mg/kg TS	8
Kupfer (Cu)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	40	100	200	600	1	mg/kg TS	5
Nickel (Ni)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	40	100	200	600	1	mg/kg TS	9
Quecksilber (Hg)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,3	1	3	10	0,07	mg/kg TS	< 0,07
Thallium (Tl)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,5	1	3	10	0,2	mg/kg TS	< 0,2
Zink (Zn)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	120	300	500	1500	1	mg/kg TS	21

Anionen aus der Originalsubstanz

Cyanide, gesamt	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 17380: 2013-10	1	10	30	100	0,5	mg/kg TS	< 0,5
-----------------	------	-------------	------------------------	---	----	----	-----	-----	----------	-------

Physikal.-chem. Kenngrößen a.d. 10:1-Schüttteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

pH-Wert	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04	6,5 - 9 ²⁾	6,5 - 9 ²⁾	6 - 12 ²⁾	5,5 - 12 ²⁾			6,9
Temperatur pH-Wert	AN/u	RE000 GI	DIN 38404-4 (C4): 1976-12						°C	20,0
Leitfähigkeit bei 25°C	AN/u	RE000 GI	DIN EN 27888 (C8): 1993-11	500	500	1000	1500	5	µS/cm	10

Anionen aus dem 10:1-Schüttteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Chlorid (Cl)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	10	10	20	30	1,0	mg/l	< 1,0
Sulfat (SO ₄)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	50	50	100	150	1,0	mg/l	< 1,0
Cyanide, gesamt	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	< 10	10	50	100 ³⁾	5	µg/l	< 5

Org. Summenparameter aus dem 10:1-Schüttteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Phenolindex, wasserdampflich	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 14402 (H37): 1999-12	< 10 ⁴⁾	10 ⁴⁾	50 ⁴⁾	100 ⁴⁾	10	µg/l	< 10
---------------------------------	------	-------------	------------------------------------	--------------------	------------------	------------------	-------------------	----	------	------

Elemente aus dem 10:1-Schüttteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Arsen (As)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	10	10	40	60	1	µg/l	< 1
Blei (Pb)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	20	40	100	200	1	µg/l	< 1
Cadmium (Cd)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	2	2	5	10	0,3	µg/l	< 0,3
Chrom (Cr)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	15	30	75	150	1	µg/l	< 1
Kupfer (Cu)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	50	50	150	300	5	µg/l	< 5
Nickel (Ni)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	40	50	150	200	1	µg/l	1
Quecksilber (Hg)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,2	0,2	1	2	0,2	µg/l	< 0,2
Thallium (Tl)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	< 1	1	3	5	0,2	µg/l	< 0,2
Zink (Zn)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	100	100	300	600	10	µg/l	< 10

Probenvorbereitung Feststoffe

Königswasseraufschluss	AN/u	RE000 GI	DIN EN 13657: 2003-01							X
------------------------	------	-------------	-----------------------	--	--	--	--	--	--	---

Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akk. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

X - durchgeführt

Heizblock-Aufschluss außer bei Untersuchungen im gesetzlich geregelten Bereich.

Kommentare zu Ergebnissen

¹⁾ nicht berechenbar, da alle Werte < BG.

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt West GmbH (Vorgebirgsstrasse 20, Wesseling) analysiert. Die Bestimmung der mit RE000GI gekennzeichneten Parameter ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14078-01-00 akkreditiert.

/u - Die Analyse des Parameters erfolgte in Untervergabe.

Erläuterungen zu Vergleichswerten

Untersuchung nach LAGA TR Boden (1997) Tabelle II.1.2-2/-3.

- ²⁾ Niedrigere pH-Werte stellen allein kein Ausschlußkriterium dar. Bei Überschreitungen ist die Ursache zu prüfen.
- ³⁾ Verwertung für Z 2 > 100 µg/l ist zulässig, wenn Z 2 Cyanid (leicht freisetzbar) < 50 µg/l.
- ⁴⁾ Bei Überschreitungen ist die Ursache zu prüfen. Höhere Gehalte, die auf Huminstoffe zurückzuführen sind, stellen kein Ausschlußkriterium dar.

Bei der Darstellung von Vergleichswerten im Prüfbericht handelt es sich um eine Serviceleistung der EUROFINS UMWELT. Die zitierten Vergleichswerte (Grenz-, Richt- oder sonstige Zuordnungswerte) sind teilweise vereinfacht dargestellt und berücksichtigen nicht alle Kommentare, Nebenbestimmungen und/oder Ausnahmeregelungen des entsprechenden Regelwerkes.