

Stadt Munderkingen

**Erschließungsgebiet Feiler II, 3. Erweiterung
Bauabschnitt Süd
89597 Munderkingen**

Geotechnisches Gutachten

12.06.2024

RBS-Auftrags-Nr. 820024-023

Die vorliegenden Unterlagen sind unser Eigentum und als solches urheberrechtlich geschützt. Die Veröffentlichung und Vervielfältigung bedarf unserer vorherigen schriftlichen Zustimmung. Wir weisen darauf hin, dass eine Verletzung unseres Urheberrechts zivilrechtliche Schritte bis hin zum Schadensersatzanspruch zur Folge hat.

820024-023 / 12.06.2024

Inhalt

1.	Aufgabenstellung	5
2.	Datengrundlagen	6
2.1	Verwendete Unterlagen	6
2.2	Untersuchungsumfang	7
3.	Standort	8
3.1	Lage und Untersuchungsgebiet	8
3.1.1	Geografische Einordnung	8
3.1.2	Geplante Maßnahmen	8
3.2	Schutzgebiete	9
3.3	Geologischer Rahmen	9
3.4	Hydrogeologischer Rahmen	10
3.5	Ingenieurgeologische Gefahrenhinweise	11
3.6	Frosteinwirkung und Austrocknungstiefe	12
3.7	Erdbebenzone	12
3.8	Hochwassergefährdung	13
3.9	Kampfmittel	13
4.	Baugrund	14
4.1	Lage und Art der Untersuchungen	14
4.2	Angetroffene Geologie	15
4.3	Grabbarkeit/Bohrbarkeit	17
4.4	Hydrogeologie	17
4.4.1	Grundwasser, Bemessungswasserstand und Lastfälle	17
4.4.2	Durchlässigkeit und Versickerung	18
4.5	Klassifizierung der angetroffenen Schichten	20
4.5.1	Für Bautechnische Zwecke	20
4.6	Bodenmechanische Kennwerte	21
5.	Umwelttechnische Untersuchungen	22
5.1	Laboranalytik (Proben & Prüfumfang)	22
5.1.1	Untergrund/Bodenschichten	22
5.2	Abfallrechtliche Einstufung	22
5.2.1	Verwertung von Bodenmaterial gemäß Ersatzbaustoffverordnung	22
5.2.2	Orientierende Deklaration Bodenmaterial	23
6.	Gründungs- und Ausführungshinweise	24
6.1	Gründungsempfehlung	25
6.2	Ausführungshinweise	26
6.2.1	Baugrubengestaltung	26

820024-023 / 12.06.2024

6.2.2	Aushub und Aushubsohlen	27
6.2.3	Bodenaustausch	29
6.2.4	Verfüllung der Arbeitsräume	30
6.2.5	Bauwasserhaltung	30
6.2.6	Gebäudeabdichtung	31
6.2.7	Befahrbarkeit der Bodenschichten	31
6.3	Verkehrsflächen und Leitungsgräben	32
6.3.1	Verkehrsflächen	32
	Gering bis mäßig tragfähiger Untergrund	33
6.3.2	Leitungsgräben	34
	Allgemeine Hinweise	34
	Hinweise zu Fels/Felsblöcken	36
7.	Sonstiges	36

820024-023 / 12.06.2024

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1 – Schutzgebiete des Landes Baden-Württembergs, welche das Untersuchungsgebiet (UG) oder Gebiete in der Nähe (NG) betreffen.	9
Tabelle 2 – Ingenieurgeologische Gefahrenhinweise, welche das Untersuchungsgebiet (UG) oder Gebiete in der Nähe (NG) betreffen.	11
Tabelle 3 – Bemessungskriterien für Erdbeben nach DIN 4149 bzw. DIN EN 1998-1/NA:2011 (veraltet).	13
Tabelle 4: Lage der Bohrpunkte mit Untersuchungsumfang	14
Tabelle 5 – Aufgeschlossene Bodenschichten der Sondierungen	15
Tabelle 6 – Aufgeschlossene Bodenschichten der Sondierungen	15
Tabelle 7 – Durchlässigkeitsbereiche nach DIN 18130, Teil 1	19
Tabelle 8 – Bodengruppen, Bodenklassen und Frostempfindlichkeitsklassen	21
Tabelle 9 – Bodenkennwerte der Homogenbereiche	21
Tabelle 10 – Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus nach RStO 12.	32

Verzeichnis der Anlagen

Anlage 1: Lageplan der Sondierpunkte
Anlage 2: Sondierprofile nach DIN 4023
Anlage 3: Schichtenverzeichnisse nach DIN 4022
Anlage 4: Umwelttechnische Analysenergebnisse
Anlage 5: Versickerungsversuche

1. Aufgabenstellung

Die Stadt Munderkingen plant die dritte Erweiterung des Erschließungsgebiets Feiler II in Munderkingen. Zur Planung der Infrastruktur (Straßen, Kanal- und Leitungsbau) wurde am 28.03.2022 ein Baugrundgutachten von der RBS wave GmbH erstellt. Im Zuge der weiteren Planung sind weitere Fragestellungen insbesondere hinsichtlich der Entwässerung des „Bauabschnitt Süd“ aufgetreten. Hierfür wurde das vorliegende Baugrundgutachten erstellt. Mit den Untersuchungen wurde die RBS wave GmbH beauftragt. Der folgende Bericht stellt die Ergebnisse der Untersuchungen vom 04.-05.04.2024 dar.

2. Datengrundlagen

2.1 Verwendete Unterlagen

- [1] Baldauf Architekten und Stadtplaner GmbH, „Stadt Munderkingen, Städtebauliches Konzept "Feiler II - 3. Erweiterung" Grundstücksplan (Entwurf), 424-001,“ 22.01.2024.
- [2] RBS wave GmbH, „Geotechnisches Gutachten, 3. Erweiterung, Erschließungsgebiet Feiler II, Gewanne "Alter Galgen/Beim alten Galgen", 89597 Munderkingen,“ 28.03.2022.
- [3] Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW), „Online Daten- und Kartendienst der LUBW,“ Karlsruhe, 2022.
- [4] Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB), „Geologische Karte 1:50.000 (GeoLa GK50),“ Freiburg, 2022.
- [5] Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB), „ISONG Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg,“ Freiburg, 2022.
- [6] Dr. Matthias Lindinger Sachverständigenbüro für Angewandte Geologie und Umwelt, „Überprüfung eines neuen Bauabschnittes "2-te Erweiterung Feiler II" - Indikative Untersuchung des Untergrundes über 4 Baggerschürfe,“ 28.06.2016.
- [7] Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB), „Hydrogeologische Karte 1:50.000 (GeoLa HK50),“ Freiburg, 2022.
- [8] Landesamt für Geologie Rohstoffe und Bergbau, „Geologische Karte von Baden-Württemberg 1:25.000, Blatt 7723,“ 1983.
- [9] Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB), „Aufschlusssdatenbank/Bohrdatenbank (ADB),“ Freiburg, 2022.
- [10] Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB), „Ingenieurgeologische Gefahrenhinweiskarte 1:50.000 (GeoLa IGHK50),“ Freiburg, 2022.
- [11] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), „Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12),“ FGSV, Köln, 2012.
- [12] Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), „Karte der Frosteinwirkungszonen,“ <https://www.bast.de/DE/Strassenbau/Fachthemen/S7-Frostzonenkarte.html>, Ausgabe 2021.
- [13] Potsdam, Geoforschungszentrum (GFZ), „Plattform zur Abfrage von gefährdungskonsistenten Antwortspektren (UHS) für beliebige Punkte in Deutschland sowie von nationalen Erdbebengefährdungskarten nach dem Berechnungsmodell von Grünthal et al. (2018),“ <https://www-app5.gfz-potsdam.de/d-eqhaz16/index.html>, 2022.
- [14] Potsdam, Geoforschungszentrum (GFZ), „Zuordnung von Orten zu den Erdbebenzonen,“ https://www.gfz-potsdam.de/din4149_erdbebenzonenabfrage, 2022.
- [15] Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB), „Bodenkundliche Karte 1:50.000 (GeoLa BK50),“ Freiburg, 2022.
- [16] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA), „Merkblatt DWA-A 138 Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser,“ DWA, Hennef, Stand 11/2020.
- [17] Ingenieurbüro Langenbach, „Stadt Munderkingen, Längsschnitt, Baugebiet "Feiler II" 3. Erweiterung Variante 2A Vorplanung, M. 1:1000/100,“ Mai 2024.
- [18] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), „Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten und Straßenbau - ZTV E-StB 17,“ FGSV, Köln, 2017.

820024-023 / 12.06.2024

- [19] *Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung*, 09.07.2021.
- [20] Bundesministerium für Justiz (BMJ), „Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV)“, BMJ, Berlin, 04/2009.
- [21] Bundesministerium für Justiz (BMJ), „Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO)“, BMJ, Berlin, Stand 01.04.2021 (letzte Änderung 26.11.2019).

Alle zu Zeitpunkt des Gutachtens geltenden bzw. zuletzt veröffentlichten DIN-Normen, welche im Text erwähnt werden; Beuth-Verlag (Berlin), Stand 12.06.2024.

2.2 Untersuchungsumfang

Zur Erstellung dieses Berichts wurden folgende Untersuchungen vorgenommen:

- Niederbringen von 10 Rammkernsondierungen (RKS) bis max. 5 m Tiefe und schichtenspezifische Aufnahme der aufgeschlossenen Böden
- Ausbau einer RKS zur GW-Messstelle
- Durchführung von insgesamt 5 Versickerungsversuchen (Open-End-test)
- Integration von 4 Altschürfen aus Gutachten von 2016 bis 4 m u. GOK
- Integration von 7 Altschürfen inkl. 2 Versickerungsversuchen aus Gutachten von 2022 bis 3 m u. GOK
- Integration von 2 Versickerungsversuchen aus Stellungnahme von 2023 bis 2,5 m u. GOK
- Integration von Risikoinformationen aus Ingenieurgeologischer Gefahrenkarte des LGRB
- Einmessen der Aufschlüsse nach Lage und Höhe
- Umwelttechnische Laboruntersuchungen

820024-023 / 12.06.2024

3. Standort

3.1 Lage und Untersuchungsgebiet

3.1.1 Geografische Einordnung

Die vorgesehene dritte Erweiterung des Erschließungsgebiets Feiler II befindet sich im Osten von Munderkingen. Die geplante Fläche des „Bauabschnitt Süd“ erstreckt sich überwiegend über Flurstücke des Gewanns „Alter Galgen“ bis zu dem Gewann „Feiler“ und „Altes Tal“. Weiterhin ist nach Süden eine neue Zufahrtsstraße bis auf ca. Höhe der Ehinger Straße 49 und ein Regenwasserkanal in Richtung Neudorfer Straße vorgesehen. Das Gelände fällt in südliche Richtung ab. Auch nimmt die Hangneigung entlang der geplanten Straße nach Süden deutlich zu.

Kreis:	Alb-Donau-Kreis
Postleitzahl:	89597
Gemeinde:	Munderkingen
Gemarkung:	8480
Flurstücke:	siehe Lageplan
UTM Koordinaten:	x 32548663 / y 5342954
Geländeoberkante:	max: 549 m ü. NN (Norden des Erschließungsgebiets) min: 505 m ü. NN (bei der geplanten Zufahrt im Süden)
Hangausrichtung:	ca. 215° (SSO)
Mittlere Hangneigung:	ca. 6,2 % ca. 12,6 % neue Zufahrtsstraße

Das Baufeld liegt derzeit in Form von unbebauten landwirtschaftlich genutzten Flächen vor. Ein Zugang zum Gebiet war im Erkundungszeitraum über den Eichenweg und einen Feldweg ausgehend von der Neudorfer Straße möglich.

3.1.2 Geplante Maßnahmen

Das bisher landwirtschaftlich genutzte Gebiet soll für Wohnbebauung in Form von Ein-/Mehrfamilienhäusern, Doppelhaushälften, Ketten-, Reihen- und Terrassenhäusern erschlossen werden. Hierzu ist der Bau mehrerer Erschließungsstraßen sowie die Verlegung von Ver- und Entsorgungsleitungen vorgesehen [1]. Ergänzend zu dem im Jahr 2022 vorgelegten Gutachten [2] wurde das erkundete Gebiet zur Bestätigung der Untergrundverhältnisse erweitert, insbesondere aber auch hinsichtlich der Entwässerungsplanung des Erschließungsgebietes. Hierfür wurden unter anderem Versickerungsversuche durchgeführt, um zum einen die Ergebnisse der bisherigen durchgeführten Versuche zu verifizieren und weitere Optionen für den Bau von Retentionsanlagen zu erschließen. Des Weiteren ist vom südwestlichen Ende des Erschließungsgebietes der Bau eines Regenwasserkanals in Richtung Neudorfer Straße geplant.

820024-023 / 12.06.2024

3.2 Schutzgebiete

Das Bearbeitungsgebiet tangiert folgende amtlich festgesetzte Schutzgebiete des Landes Baden-Württemberg (Stand 12.06.2024, [3]).

Tabelle 1 – Schutzgebiete des Landes Baden-Württembergs, welche das Untersuchungsgebiet (UG) oder Gebiete in der Nähe (NG) betreffen.

Schutzgebiet	Nummer	Name	UG	NG
Wasserschutzgebiet	425.112	Zone III und IIIA des WSG 112 ROTTENACKER	Ja	Ja
Heilquellenschutzgebiet	-	-	Nein	Nein
Naturdenkmal	-	-	Nein	Nein
Biotop	177234257443	Hecken im Gewann Alter Galgen O Munderkingen	Ja	Nein
Waldschutzgebiet	-	-	Nein	Nein
Naturschutzgebiet	-	-	Nein	Nein
Landschaftschutzgebiet	-	-	Nein	Nein
FFH-Gebiet	-	-	Nein	Nein
Vogelschutzgebiet	-	-	Nein	Nein
Biosphärengebiet	-	-	Nein	Nein
Nationalpark	-	-	Nein	Nein
Naturpark	-	-	Nein	Nein
Ramsar-Gebiet	-	-	Nein	Nein
Europadiplom	-	-	Nein	Nein
Moorbereich	-	-	Nein	Nein

3.3 Geologischer Rahmen

Laut geologischer Karte 1:50.000 [6] und Aufschlussarchiv [10] des LGRB liegt das Untersuchungsgebiet im Bereich der Unteren Süßwassermolasse (tUS). Hierbei handelt es sich zumeist um Mergel-, Ton- und Sandsteine sowie oberflächennah deren entfestigte Lockergesteine (Sande, Schluffe). Auch Süßwasser-/Sinterkalkschichten können lokal angetroffen werden. Die tUS ist in der Regel sehr heterogen und eine petrografische Gliederung über lange Strecken ist somit selten bis nicht vorhanden.

Im geplanten Baufeld südlich des Eichenwegs werden weiterhin holozäne Abschwemmmassen eines oberflächlich versiegten Wasserlaufs angetroffen.

Unterhalb der quartären und tertiären Sedimente stehen voraussichtlich die Oberen Massenkalksteine des Oberen Juras an. Aufschlüsse hiervon finden sich westlich von Munderkingen, wo die

820024-023 / 12.06.2024

Kalksteine durch die Donau aufgeschlossen wurden, und steile Hänge bilden. Aufgrund der Topografie des südlichen Untersuchungsgebietes sollten die Kalke hier noch weitestgehend überdeckt sein. Im nördlichen Untersuchungsgebiet folgen die Juragesteine entsprechend einer Erdwärmebohrung aus dem LGRB-Archiv und ISONG erst ab ca. 33 bis 38 m u. GOK.

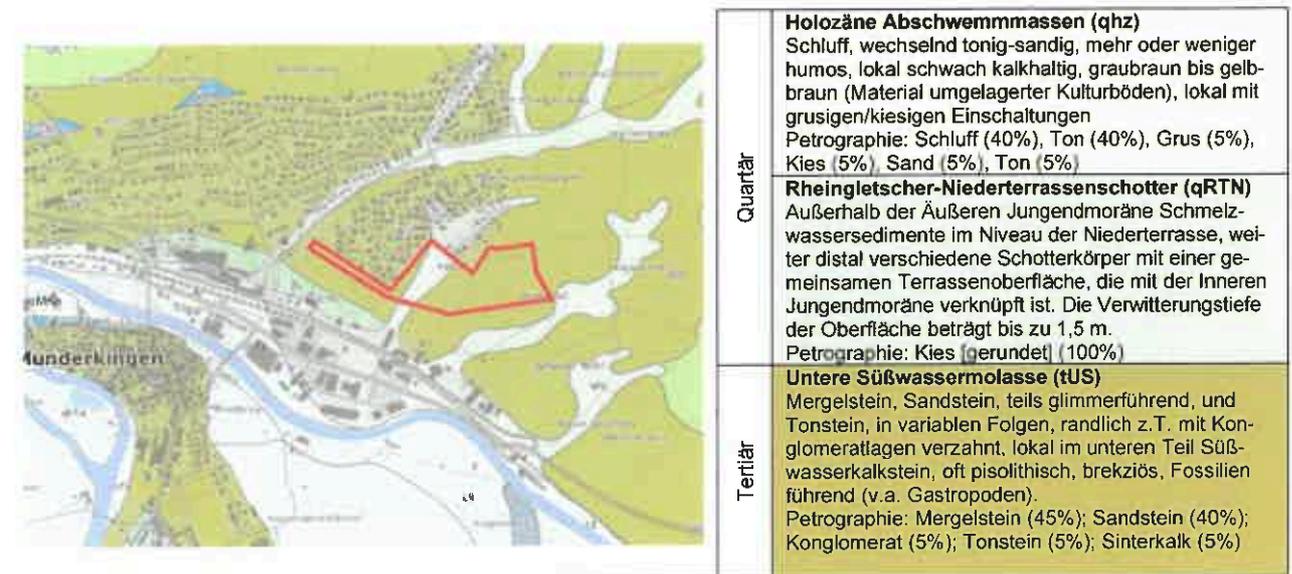


Abbildung 1: Auszug aus der Geologischen Karte 1:50.000 GK50 [4] Das Untersuchungsgebiet ist mit roter Farbe grob markiert.

Die Angaben der GK50 sind für den mittleren Maßstabsbereich lediglich zur Orientierung vorgesehen; punktgenaue, parzellenscharfe Aussagen sind damit nur bedingt möglich. Abweichungen zwischen den Angaben der GK50 und den Bohransprachen aus durchgeführten Sondierungen, können also prinzipiell auftreten.

3.4 Hydrogeologischer Rahmen

Nach Informationen des Online-Kartenwerks ISONG des LGRB sind im Untersuchungsgebiet keine hohe Grundwasserstände ($\leq 1,0$ m u. GOK) zu erwarten [5].

Im Untersuchungsgebiet ist allerdings basierend auf Altgutachten [6] eine grundsätzliche Schichtwasserproblematik im Bereich der holozänen Abschwemmassen bekannt. Des Weiteren konnte im vorherigen Gutachten [2] nicht ausgeschlossen werden, dass innerhalb der holozänen Abschwemmassen südlich der Kreuzung Eichenweg-Buchenweg temporäre Wasserwegsamkeiten aufgrund der topographischen Gegebenheit und der Zusammensetzung des Untergrundes bei starken Niederschlagsereignissen entstehen können. Im Zuge der Erkundung des vorliegenden Gutachtens wurde daher die Bohrung S7 zu einer weiteren Grundwassermessstelle ausgebaut.

Das Vorhandensein von artesischen Grundwasserverhältnissen im Baufeld ist unwahrscheinlich [5].

820024-023 / 12.06.2024

Wasserwirtschaftliche Bedeutung haben entsprechend LGRB [7] erst die Kalksteine des Oberen Jura. Den Obersten Grundwasserleiter bildet zwar die Untere Süßwassermolasse (tUS). Diese weist jedoch, auch aufgrund ihrer hydraulischen Heterogenität, eine geringe bis sehr geringe Ergiebigkeit auf und spielt im Betrachtungsgebiet keine wasserwirtschaftliche Rolle.

Die Fließrichtung der Grundwässer und auch oberflächennaher Schichtwässer ist aufgrund der Topografie und Basis des geologischen Querschnitts [8] voraussichtlich in südliche bis süd-östliche Richtung entsprechend des Fließregimes der Donau, welche den nächsten Vorfluter bildet.

Im Betrachtungsgebiet wurden im Rahmen zweier Erdwärmebohrungen [9] Grundwasser bei ca. 511 m ü.NN ab der Basis der Unteren Süßwassermolasse (Blatt 7723, Nr. 388/389) angetroffen.

Im Bereich bindiger Schichten ist vor allem nach starken Niederschlägen jederzeit mit Schicht- und Stauwasser zu rechnen.

3.5 Ingenieurgeologische Gefahrenhinweise

Laut LGRB [10] liegt das Untersuchungsgebiet im Einflussbereich folgender ingenieurgeologischer Risiken:

Tabelle 2 – Ingenieurgeologische Gefahrenhinweise, welche das Untersuchungsgebiet (UG) oder Gebiete in der Nähe (NG) betreffen.

Ingenieurgeologische Gefahr	Kommentar	UG	NG
Rutschungen	-	Nein	Nein
Steinschlag/Felssturz	-	Nein	Nein
Ölschieferhebungen	-	Nein	Nein
Mechanische Setzung	-	Nein	Nein
Jahreszeitliche Volumenänderungen	Setzungen und Hebungen infolge Temperatur- und Niederschlagsänderungen innerhalb holozäner Abschwemmmassen möglich	Ja	Ja
Veränderlich festes Gestein	Witterungs-/Wasserempfindlichkeit der Ton- und Mergelsteine der Unteren Süßwassermolasse	Ja	Ja
Karstgebiet	Karbonatkarst in Jurakalken und lokal in Süßwasserkalken	Ja	Ja
Karststrukturen	-	Nein	Nein
Fließeisande	Gut sortierte Feinsande, feinsandige Schluffe der Molasse, welche unter bestimmten hydrologischen und/oder mechanischen Bedingungen Fließverhalten aufzeigen.	Ja	Ja

820024-023 / 12.06.2024

3.6 Frosteinwirkung und Austrocknungstiefe

Die Gründung von Bauwerken hat entsprechend EC-7 frostsicher zu erfolgen. Hierfür ist gemäß DIN 1054 eine frostsichere Gründungstiefe von min. 0,8 m vorzusehen. In Anlehnung an die RStO 12 [11] sowie aufgrund von Erfahrungen können die maximal zu erwartenden Frosteindringtiefen in Abhängigkeit von der Frosteinwirkungszone variieren. Gemäß der Karte der Frosteinwirkungs-zonen [12] liegt das Baufeld innerhalb der Frosteinwirkungszone II. Daher empfehlen wir, insbesondere für kleinere Bauwerke (z.B. Portal- oder Mastfundamente) für die Zone II eine frostsichere Gründungstiefe von min. 0,85 bis 0,9 m u. GOK.

In den hier angetroffenen bindigen, tonigen und schluffigen Böden kann eine Austrocknung des Baugrunds zu Gebäudeschäden durch Setzungs- und Hebungsrissen führen, die auch noch nach Jahrzehnten auftreten können. Für mittel und ausgeprägt plastische, bindige Böden ist diese erfahrungsgemäß bis in ca. 1,5 m u. GOK möglich. Je nach Hanglage, kleinräumigem Klima und Bewuchs kann diese jedoch auch geringer oder größer ausfallen.

Die klimabedingte, jahreszeitliche Volumenänderung des Bodenkörpers (Schrumpfen durch Austrocknen, Quellen nach Wiederbefeuchtung) ist von verschiedenen Faktoren abhängig wie z.B. der Morphologie, dem Bewuchs oder dem Anteil quellfähiger Tone (z.B. Montmorillonit).

Zur Berechnung/Bestimmung der Austrocknungstiefe und des damit einhergehenden Setzungsbetrags gibt es bisher keine normative Vorgehensweise.

Entsprechend der ingenieurgeologischen Gefahrenhinweiskarte und geotechnischen Laborversuche des Gutachtens von 2022 [2] sollte die Bodenaustrocknung im Betrachtungsgebiet voraussichtlich eine besondere Rolle spielen. Es wird daher empfohlen die Austrocknungstiefe im Rahmen der Gründungsplanung mit $\geq 1,5$ m zu bemessen, um Hebungs- und Setzungsrissen zu vermeiden.

3.7 Erdbebenzone

Anhand der neuen, aktualisierten Gefahrenkarte, erstellt durch das GeoForschungsZentrum (GFZ) im Auftrag des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt), ergeben sich für das Baufeld entsprechend dem neuen nationalen Anhang der DIN EN 1998-1/NA:2021-07 [13] nachfolgende Bemessungsparameter.

Mittlere spektrale Antwortbeschleunigung $S_{ap,R} = 1,0455 \text{ m/s}^2$

Referenz-Spitzenwert der Bodenbeschleunigung $a_{gR} = S_{ap,R}/2,5 = 0,42 \text{ m/s}^2$

Die mittlere Spektrale bezieht sich hierbei auf eine Referenz-Wiederkehrperiode (T_{NCR}) von 475 Jahren, was einer Auftretenswahrscheinlichkeit (P_{NCR}) von 10% in 50 Jahren entspricht.

820024-023 / 12.06.2024

Ergänzend ist nachfolgend in roter Farbe die entsprechenden Erdbebenzone und Untergrundklasse nach DIN 4149 bzw. DIN EN 1998-1/NA:2011 (veraltet) und der Karte der Erdbebenzonen [14] beschrieben.

Tabelle 3 – Bemessungskriterien für Erdbeben nach DIN 4149 bzw. DIN EN 1998-1/NA:2011 (veraltet).

Erdbebenzone	Intensitätsintervalle	Untergrundklassen		
keine	$I < 6,0$	-	-	-
0	$6,0 \leq I < 6,5$	R	T	S
1	$6,5 \leq I < 7,0$	R	T	S
2	$7,0 \leq I < 7,5$	R	T	S
3	$7,5 \leq I$	R	T	S

3.8 Hochwassergefährdung

Das Untersuchungsgebiet befindet sich laut LUBW [3] außerhalb von möglichen Überflutungsflächen.

3.9 Kampfmittel

Im Zuge vorheriger Gutachten wurde schon im Jahr 2021 eine Kampfmittelrisikoüberprüfung durch eine Luftbildauswertung der Uxo Pro Consult GmbH durchgeführt.

Hierbei ergab sich kein Anhaltspunkt auf das Vorhandensein von Kriegsaltslasten im Untersuchungsgebiet. Nach derzeitigem Kenntnisstand sind voraussichtlich keine weiteren Maßnahmen erforderlich.

Zusätzliche Freimessungen vor Ort waren nicht notwendig.

820024-023 / 12.06.2024

4. Baugrund

4.1 Lage und Art der Untersuchungen

Insgesamt wurden 10 Rammkernsondierungen abgeteuft. Ergänzt werden die Bohrungen durch Bohrungsdaten aus Altgutachten und dem LGRB-Aufschlussarchiv.

Ergänzt werden die Feldversuche durch grundlegende umwelt- und geotechnische Laboruntersuchungen.

Tabelle 4: Lage der Bohrpunkte mit Untersuchungsumfang

Bez.	UTM (E)	UTM (N)	Höhe	Tiefe	Grundwasser	Körnungslinie	Zustandsgrenze	Durchlässigkeit	Ersatzbaustoff	BBodsSchV	Beton und Stahl	Rammdiagramm	Bodenansprache
(1)	(2)		(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
S5	548950,9	5342965,2	535,89	3					✓				✓
S6	548935,9	5343037,5	542,99	3					✓				✓
S7/P2	548632,2	5342985,7	531,89	5					✓				✓
S8	548548,6	5342950,1	526,61	3					✓				✓
S9	548407,8	5342983,8	522,70	3					✓				✓
S10	548293,9	5343064,8	516,97	3					✓				✓
S11	548882,6	5342887,9	526,85	3					✓				✓
V5	548999,2	5342905,3	527,26	2,5				✓	✓				✓
V6	548653,3	5342890,6	526,61	2,5				✓	✓				✓
V6b	548653,7	5342890,4	526,63	2				✓	✓				✓

- 1) Bezeichnung Sondierungspunkte (RKS=Rammkernsondierung, DPH=schwere Rammsondierung, VV=Versickerungsversuch)
- 2) UTM-Koordinaten (WGS84)
- 3) Bohransatzpunkt in m ü NN, per GPS eingemessen
- 4) Erreichte Endtiefe der Bohrung in m
- 5) Ruhewasserspiegel mittels Lichtlot gemessen
- 6) Kombinierte Sieb.-Sedimentationsanalyse nach DIN EN ISO 17892-4 bzw. Naßsiebung nach DIN EN ISO 17892-4
- 7) Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12
- 8) Bestimmung kf-Wert mittels Versickerungsversuch im geschlossenen Vollrohr (Open End Test)
- 9) Laboranalyse Aushubbereich – Parameterumfang gemäß ErsatzbaustoffV Anlage 1
- 10) Laboranalyse Oberboden – Parameterumfang gemäß BBodsSchV
- 11) Laboranalyse – Parameterumfang zur Bestimmung der Betonaggressivität und Stahlkorrosivität des Bodens
- 12) Ermittlung der Lagerungsdichte und/oder Konsistenz anhand der Schlagzahl N₁₀
- 13) Bohrgutansprache mit Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1 und Sondierprofil nach DIN 402

4.2 Angetroffene Geologie

Aus dem Ergebnis der Felduntersuchungen (Anlage 2, Anlage 3) ist folgender Schichtenaufbau der geotechnisch relevanten Schichten abzuleiten:

Tabelle 5 – Aufgeschlossene Bodenschichten der Sondierungen

angetroffene Schichten	Lage	S 5	S 6	S 7 / P 2	S 8	S 9	S 10	S 11
Ansatzhöhe	[m+NN]	535,89	542,99	531,89	526,61	522,70	516,97	526,85
Oberboden	[m u. GOK]	~*)	~*)	~*)	-	0,15	-	~*)
Auffüllung	[m u. GOK]	-	-	-	0,9	-	1,10	-
Verwitterungslehm / Abschwemmmassen	[m u. GOK]	1,2	2,5	1,8	2,1	1,2	-	1,2
Tonmergel/ Mergelsande	[m u. GOK]	3,0	3,0	5,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Fels	[m u. GOK]	-	-	-	-	-	-	-

*) siehe Abschnitt „Oberboden (Homogenbereich 1)“

Tabelle 6 – Aufgeschlossene Bodenschichten der Sondierungen

angetroffene Schichten	Lage	V 5	V 6	V 6b
Ansatzhöhe	[m+NN]	527,26	542,99	542,99
Oberboden	[m u. GOK]	~*)	0,25	0,4
Auffüllung	[m u. GOK]	-	-	-
Verwitterungslehm / Abschwemmmassen	[m u. GOK]	1,1	2,1**)	1,2
Tonmergel/ Mergelsande	[m u. GOK]	2,5		2,0
Fels (entfestigt)	[m u. GOK]	-	>2,5	-

*) siehe Abschnitt „Oberboden (Homogenbereich 1)“

***) Keine exakte Abgrenzung zwischen den einzelnen Schichten möglich.

Anhand der Bohrprofile ist zu erkennen, dass ein homogener bis leicht heterogener Untergrund ansteht. Anthropogene Auffüllungen wurden angetroffen und sind voraussichtlich zurückzuführen auf lokale Geländeangleichungen.

Die angetroffenen Schichten für alle Sondierungen sind im Folgenden beschrieben (Anlage 2, Anlage 3).

820024-023 / 12.06.2024

Oberboden (Homogenbereich 1):

Diese Einheit besteht oberflächennah aus steifen, braunen Schluffen. Der Oberboden ist bereichsweise mit Gras bewachsen und schwach durchwurzelt. Auf den umgegrabenen Ackerflächen konnte aufgrund der nahezu identischen Zusammensetzung der Oberböden zu den Böden des Homogenbereiches 2 häufig keine exakte Abgrenzung vorgenommen werden, weshalb nur eine Schicht angesprochen wurde. Unter Berücksichtigung der vorhergehenden Gutachten sind im Untersuchungsgebiet generell Oberböden oberflächennah zu erwarten. Sollte bei den Aushubarbeiten eine genaue Abgrenzung des Oberbodens von den quartären Sedimenten nicht möglich sein, sind die durchwurzelt, bewachsenen Deckschichten bis mindestens 0,3 m u. GOK wie Oberböden zu behandeln. Die Mächtigkeit der angetroffenen Oberböden lag im Mittel bei ca. 0,25 m.

Auffüllung (Homogenbereich 2.1):

In S 8 und S10 wurden als Deckschicht Auffüllungen in Form von Schluffen in steifer Konsistenz und kiesigen Nebenbestandteilen angetroffen. In der braunen bis grauen Matrix wurden weiterhin auch Ziegelbruchstücke festgestellt. Bei den Auffüllungen wurde kein auffälliger Geruch festgestellt, der auf eine Schadstoffbelastung hindeuten könnte. Bei den Auffüllungen handelt es sich voraussichtlich um anthropogene Umlagerungen und Geländeangleichungen der natürlich vorkommenden Verwitterungslehme. Auffüllungen wurden bis in eine maximale Tiefe von 1,10 m u. GOK angetroffen.

Quartär: Verwitterungslehm, Abschwemm Massen (Homogenbereich 2.2)

In fast allen Bohrungen wurden quartäre Umlagerungen und Verwitterungsmaterial der darunterliegenden tertiären Gesteinsschichten angetroffen. Diese wurden in Form von Schluffen mit variierenden Sand- und Kiesanteilen in brauner, grauer, weißer sowie schwarzer Färbung angetroffen. Die Konsistenz der Böden war am Erkundungstag steif. Graue und schwarze Verfärbungen von Böden sind zumeist auf einen Sauerstoffmangel zurückzuführen und lassen auf den lokalen Einfluss von Schichtwasser schließen. Die Schicht wurde bis in eine maximale Tiefe von 2,5 m u. GOK angetroffen.

Tertiär: Tonmergel/Mergelsande (Homogenbereich 3):

Unterhalb der quartären Schichten wurden Tonmergel und Mergelsande der unteren Süßwassermolasse angetroffen. Die Böden setzen sich aus Feinsanden, Schluffen und Tonen zusammen mit variierenden Kies-, Schluff- und Sandanteilen und lagen in verschiedenen Braun- und Grautönen vor. Die Konsistenz der bindigen Böden lag am Erkundungstag im Bereich von steif bis halbfest. Die sandigen Schichten wurden hierbei hauptsächlich im südöstlichen Erkundungsgebiet (S 11 und V5) angetroffen.

Fels (Homogenbereich 4):

Das anstehende Festgestein der unteren Süßwassermolasse wurde ausschließlich bei V 6 in einer Höhenlage von etwa 524,5 m ü NN in Form von spröden, porösen Süßwasserkalken angetroffen. Die obersten Dezimeter der Schicht bis mindestens 2,50 m u. GOK lagen entfestigt vor, sodass die Bohrkronen noch in das Gestein eindringen konnte. Das zerbohrte Festgestein lag im Bohrgut dann als grobsandiger Kies mit grauer Färbung vor.

820024-023 / 12.06.2024

Der angetroffene Baugrund stimmt somit weitestgehend mit dem beschriebenen Baugrund des vorhergehenden Gutachtens [2] überein.

4.3 Grabbarkeit/Bohrbarkeit

Laut Bodenkarte 1:50.000 [15] des LGRB liegt das Untersuchungsgebiet in einem Bereich mittelschwerer bis schwerer Grabbarkeit bis in 1 m Tiefe. Diese Aussage basiert auf der Bodenkarte BK50 und ist für den mittleren Maßstabsbereich zur Orientierung vorgesehen; parzellenscharfe Aussagen sind damit nicht möglich.

Im Rahmen der Bohrungen wurde innerhalb von Homogenbereich 1 bis 3 eine leichte bis mäßig schwere Bohrbarkeit festgestellt.

Im Homogenbereich 4 ist eine mittelschwere bis schwere Grabbarkeit zu erwarten. Mit zunehmender Tiefe ist davon auszugehen, dass keine Grabbarkeit mehr gegeben ist.

4.4 Hydrogeologie

4.4.1 Grundwasser, Bemessungswasserstand und Lastfälle

Bei den Bohrarbeiten am 04./05.04.2024 wurde kein großflächiger Grundwasserhorizont angetroffen und sollte entsprechend der regionalen Hydrogeologie bei den Erkundungsarbeiten auch nicht angetroffen werden.

Schichtwasser wurde weder bei den Erkundungsarbeiten von 2022 [2] noch bei den Erkundungen des vorliegenden Gutachtens angetroffen. Eingemessene Schichtwasserstände in der 2022 errichteten Grundwassermessstelle liegen nicht vor.

Dennoch ist in der nördlich des Untersuchungsgebiets gelegenen 2. Erweiterung der Erschließungsgebietes auf Grundlage von Baugrunduntersuchungen des Jahres 2016 [6] eine Schichtwasserproblematik bekannt. Am 22.07.2016 wurde an einer temporären GWM für die 2. Erweiterung ein Wasserstand auf 536,13 m ü. NN (ca. 1,8 m u. GOK) per Lichtlot eingemessen. Weitere Wasserstände wurden nicht dokumentiert.

Eine Aussage über die Relation zwischen (Schicht-)Wasserstand und Niederschlagsintensität/Witterung kann auf dieser Datengrundlage nicht getroffen werden.

Im gesamten Erschließungsgebiet ist allerdings jederzeit mit Schichtwasserzutritten zu rechnen.

Zur Vorbeugung von Auswaschungen in den Kanalgräben, die bei starkem Schichtwasserandrang als Längsdrainagen fungieren können, wurden Kiesdüker verbaut. Der Kiesdüker des Buchenwegs entwässert weiterhin direkt in die holozänen Abschwemmmassen südlich der 2. Erweiterung. Während der Bauarbeiten ist daher insbesondere südlich des Buchenwegs mit Schichtwasserandrang zu rechnen. Um die Schichtwasserverhältnisse in diesem Bereich beobachten zu

820024-023 / 12.06.2024

können wurde innerhalb der fluviatil abgelagerten Abschwemm Massen eine temporäre Grundwassermessstelle verbaut. Diese lag am Erkundungstag trocken.

Es wird empfohlen die Messstelle mittels Lichtlot so regelmäßig wie möglich (idealerweise wöchentlich) über mehrere Monate (min. 6 Monate, idealerweise 24 Monate) zu prüfen. Messungen in kürzeren Intervallen sind empfohlen, sobald langanhaltende Niederschlag- oder Starkregenereignisse stattgefunden haben oder zu erwarten sind. Nur durch konstante Messungen ist eine Relation zwischen (Schicht-)Wasserstand und Niederschlagsintensität/Witterung zuverlässig. Da es sich bei Schichtwasser i.d.R. um keinen durchgängigen „Grundwasserhorizont“ handelt, gilt nochmals zu erwähnen, dass die festgestellten Verhältnisse nicht zwingend repräsentativ für das Gesamtbau Feld sein müssen.

Im Untersuchungsgebiet gilt aufgrund der Schichtwasserproblematik und der Hanglage hinsichtlich der Abdichtung erdberührter Bauteile nach DIN 18195 der **Lastfall "Drückendes Wasser"**. Nach DIN 18533 ist die Wassereinwirkungsklasse **"W2-E (Drückendes Wasser - Schichtwasser)"** anzusetzen.

Aus gutachterlicher Sicht ist daher für sämtliche Bauwerke im Untersuchungsgebiet ein **Bemesungswasserstand in Höhe der GOK** anzusetzen.

Grundsätzlich gilt zu erwähnen, dass Grundwasserstände und das Antreffen von Schichtwasser jahreszeitlich bedingten Schwankungen unterworfen sind. Die höchsten Grundwasserstände sind in der Regel im Februar/März eines Jahres zu erwarten. Verstärkte Schicht-, Stau- oder auch Sickerwasserzutritte können sowohl ganzjährig nach längeren Niederschlagsperioden als auch kurzen Starkregenereignissen im Sommer erfolgen. Es ist eine Fließrichtung südwärts zu erwarten.

Sollte während der Tiefbaumaßnahmen kein Schichtwasser angeschnitten werden, ist zu berücksichtigen, dass sich dies jederzeit nach Niederschlagsereignissen ändern kann. Entsprechende Vorkehrungen sind daher zu treffen.

4.4.2 Durchlässigkeit und Versickerung

Die Durchlässigkeit des Untergrundes wurde mittels Versickerungsversuchen (Open-End-Test) in den Bohrungen V5, V6 und V6b und dem Auswerteverfahren nach Prinz (1977, S 76/77 2.85.c) bestimmt.

Auf Grundlage von Versickerungsversuchen (inkl. Korrekturfaktor von 2,0 gemäß DWA-A 138, Anhang B, B.4) wird die Wasserdurchlässigkeit der Mergelsande bei V5 in etwa 1,5 m Tiefe auf $k_f < 6 \times 10^{-5}$ m/s abgeschätzt. Der Versickerungsversuch in den darunterliegenden Tonmergeln bei V5 in ca. 2,5 m Tiefe bestätigt diese abgeschätzte Wasserdurchlässigkeit. Die Böden sind somit als durchlässig einzustufen.

Auf Grundlage von Versickerungsversuchen (inkl. Korrekturfaktor von 2,0 gemäß DWA-A 138, Anhang B, B.4) wird die Wasserdurchlässigkeit der sandigen Schluffe bei V6 in etwa 1,3 m Tiefe auf $k_f < 3,8 \times 10^{-6}$ m/s abgeschätzt. Der Versickerungsversuch in den darunterliegenden

820024-023 / 12.06.2024

Süßwasserkalken bei V6 in ca. 2,3 m Tiefe wies geringere Versickerungsraten auf. Die Wasserdurchlässigkeit der Süßwasserkalke wird auf $k_f < 5,5 \times 10^{-7}$ m/s abgeschätzt. Die Böden sind somit als schwach durchlässig einzustufen.

Zur Verifizierung der Wasserdurchlässigkeiten in V6 wurde im nahen Umfeld ein weiterer Versickerungsversuch bei V6b in 2,0 m Tiefe innerhalb der Tonmergel durchgeführt. Im Versuchszeitraum wurde keine Versickerung festgestellt. Die Böden sind somit als sehr schwach durchlässig einzustufen.

Tabelle 7 – Durchlässigkeitsbereiche nach DIN 18130, Teil 1

k_f [m/s]	Durchlässigkeit	Versickerungsversuch
$10^{-2} - 10^{-4}$	stark durchlässig	
$10^{-4} - 10^{-6}$	durchlässig	V 5
$10^{-6} - 10^{-8}$	schwach durchlässig	V 6
$< 10^{-8}$	sehr schwach durchlässig	V 6b

Entsprechend DWA-Arbeitsblatt A 138 [16] sollte für eine Versickerung von Oberflächenwasser der Untergrund eine Durchlässigkeit von $k_f < 1 \times 10^{-3}$ m/s (Filterkriterium) und $k_f > 1 \times 10^{-6}$ m/s (Aufstaukriterium) aufweisen. Auch sollte die Mächtigkeit des Sickerraums bezogen auf den MHGW min. 1 m betragen. Die anstehenden Böden bei V 5 erfüllen nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen diese Anforderungen und sind demnach für eine Versickerung im Sinne des o. g. Arbeitsblattes geeignet. Die anstehenden Böden bei V 6 / V 6b erfüllen nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen diese Anforderungen nur teilweise und sind demnach für eine Versickerung im Sinne des o. g. Arbeitsblattes nur bedingt geeignet.

Entsprechend des aktuellen Planungsstands ist eine Rigolenversickerung in Form von unterirdischen Retentionsbecken im Süden des Erschließungsgebietes nahe V 6/V 6b vorgesehen. Die Sohle der Retentionsbecken kommt voraussichtlich bei etwa 521,80 bzw. 522,0 m ü NN zu liegen [17]. Überschüssige Wassermassen sollen durch einen Überlaufkanal abgeleitet werden. Die Ausführung und Dimensionierung der Versickerungsanlage ist abhängig von mehreren Faktoren (Versickerung/Speicherung/Ableitung, Flächenverfügbarkeit/Lage, k_f -Wert, anfallende Wassermengen, etc.). Die Bemessung der etwaigen Versickerungsanlage(-en) erfolgt daher i.d.R. in einem gesonderten Gutachten.

Die festgestellten Wasserdurchlässigkeiten bei den durchgeführten Versickerungsversuchen im Bereich der Süßwasserkalke bei V 6 unterscheiden sich erheblich von den bisher ermittelten Durchlässigkeiten des Altgutachtens von 2022 [2]. Zudem zeigen die Ergebnisse der Versuche bei V 6 und V 6b stark unterschiedliche Durchlässigkeiten auf kleinem Raum. Dies ist aus gutachterlicher Sicht auf eine heterogene Durchlässigkeitsverteilung des Baugrundes zurückzuführen. In den Süßwasserkalksteinen kann dies durch eine heterogene Verteilung der Wasserwegsamkeiten in Form von Klüften und Verkarstungserscheinungen erklärt werden. In den darüberliegenden Lockersedimenten können variierende Nebenbestandteile wie z.B. Sand- und Kiesanteil zu lokal höheren Durchlässigkeiten oder Schluff- und Tonanteil zu lokal niedrigeren Durchlässigkeiten führen. Diese Heterogenitäten können bei den kleinräumigen Versickerungsversuchen

820024-023 / 12.06.2024

zu erheblichen Auswertungsdifferenzen führen, die sich allerdings im großflächigen Aufschluss angleichen sollten.

Die Retentionsbecken kommen bei ihrer planungsmäßigen Tiefenlage (> 4m u. GOK) voraussichtlich innerhalb der Gesteine der Unteren Süßwassermolasse zu liegen. Die ermittelten Durchlässigkeiten des Versickerungsversuches V 6 und V 2 (2022) beschränken sich auf die oberen Horizonte der Süßwasserkalke. Aufgrund der voraussichtlich heterogenen Zusammensetzung und Verkarstung des Festgesteins ist mit ggf. starken Abweichungen von den ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerten zu rechnen.

Eine genaue Aussage zur mittleren Durchlässigkeit des Baugrundes am finalen Standort der Versickerungsanlagen kann aufgrund der heterogenen Durchlässigkeitsverteilung somit nur mithilfe von größerflächigen Versickerungsversuchen in der finalen Lage getroffen werden.

Sollten in der finalen Tiefenlage größere Karsthohlräume angetroffen werden, ist der Einbau einer min. 30 cm mächtigen Sickerschicht aus Material mit einem Durchlässigkeitsbeiwert von ca. $k_f < 1 \times 10^{-5} \text{m/s}$ empfohlen, um das Filterkriterium einzuhalten und eine zu schnelle Versickerung in Karsthohlräume zu vermeiden. Zur Vorbeugung von möglichen Suffusions- und Lösungserosionserscheinungen ist unterhalb der Sickerschicht ein Geotextil zu verbauen. Ein möglicher Austritt des infiltrierten Wassers am südlichen Hangfuß kann aufgrund der unbekanntem Geometrie und Verbindung von möglichen Wasserwegsamkeiten dennoch nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Die vorgeschlagene Sickerschicht sollte diesen Effekt jedoch deutlich hemmen.

Alternativ kann in Erwägung gezogen werden, die Retentionsbecken nach unten abzudichten und somit ein geschlossenes Entwässerungssystem in das örtliche Kanalnetz herzustellen. Die notwendige Dimensionierung der Retentionsbecken kann hierdurch allerdings deutlich größer ausfallen.

4.5 Klassifizierung der angetroffenen Schichten

In den folgenden Tabellen werden Angaben zu den im Rahmen dieses Gutachtens angetroffenen Böden gemacht. Zur vollständigen Betrachtung des gesamten Baufeldes sind zusätzlich die Tabellen des vorhergehenden Gutachtens von 2022 [2] hinzuzuziehen.

4.5.1 Für Bautechnische Zwecke

Die aufgeschlossenen Schichten, die in Abschnitt 4.2 anhand der Feldbefunde beschrieben wurden, werden in der nachfolgenden Tabelle 8 den jeweiligen Bodengruppen nach DIN 18196 und Bodenklassen nach DIN 18300 (alt) und DIN 18301 (neu) zugeordnet. Weiterhin erfolgte eine Einstufung der Schichten in die Frostempfindlichkeitsklassen gemäß ZTV E-StB 17 [18].

820024-023 / 12.06.2024

Tabelle 8 – Bodenrgruppen, Bodenklassen und Frostempfindlichkeitsklassen

Bodenart Homogenbereich		Bodengruppe Nach DIN 18196	Bodenklassen Nach DIN 18300*	Bodenklassen Nach DIN 18301	Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTV E-StB 17
1	<u>Oberboden</u> steif	OH	1	-	F2/F3
2.1	<u>Auffüllungen</u> steif	UM, TL, TM	4	BB2	F3
2.2	<u>Verwitterungslehm</u> steif	UM, TL, TM	4	BB2	F3
3	<u>Tonmergel/ Mergelsande</u> Mitteldicht gelagert steif-halbfest	SU, SU*, UM, TM, TA	3, 4	BB2, BB3, BN1, BN2	F2/F3
4	<u>Fels</u> Süßwasserkalk	(GI)	5 - 7	FV1, (FV2-FV3)	F1

*Veraltet: nur nachrichtlich gem. DIN 18300 alt.

Ergänzende Anmerkung: Böden mit einem Feinkorngehalt ($d < 0,063 \text{ mm}$) $> 15 \text{ Gew. \%}$ sind in die Bodenklasse 2 einzuordnen, wenn sie breiige oder flüssige Konsistenz aufweisen. Dies kann infolge mechanischer Beanspruchung (Aushub, Befahrung) in Verbindung mit Schicht- oder Tagwasser eintreten.

4.6 Bodenmechanische Kennwerte

Für die aufgeschlossenen Bodenschichten werden in der folgenden Tabelle 9 Bodenkenngößen angegeben. Die angegebenen Werte stellen Literatur- und Erfahrungswerte dar.

Tabelle 9 – Bodenkenngößen der Homogenbereiche

Homogenbereiche Bodenart		Wichte	Wichte unter Auftrieb	Scherparameter		Steifemodul
		γ_k (kN/m ³)	γ'_k (kN/m ³)	Reibungswinkel φ'_k (°)	Kohäsion c'_k (kN/m ²)	$E_{s,k}$ (MN/m ²)
1	<u>Oberboden</u> steif	-	-	-	-	-
2.1	<u>Auffüllungen</u> steif	18-21	9-11	20,5-25,5	5-15	4-10
2.2	<u>Verwitterungslehm</u> steif	18-21	9-11	20,0-25,5	5-15	4-10
3	<u>Tonmergel/ Mergelsande</u> Mitteldicht gelagert steif-halbfest	19-22	9-12	20,0-30,0	0-20	6-20
4	<u>Fels</u> Süßwasserkalk	22-25	12-15	30-40	20-30	80-130

** Der geringe Steifemodul berücksichtigt die geringe Konsolidierung der Verwitterungsschichten

5. Umwelttechnische Untersuchungen

5.1 Laboranalytik (Proben & Prüfumfang)

5.1.1 Untergrund/Bodenschichten

Aus den angetroffenen Schichten wurden insgesamt zwei Mischproben genommen. Diese wurden für eine umwelttechnische, dem Bundesland entsprechende Untersuchung nach ErsatzbaustoffV Anlage 1 - Tabelle 3 [19] dem Labor AGROLAB GmbH, Bruckberg, übergeben.

Die Mischprobe MP Boden 1 beinhaltet folgende Bodenhorizonte:

S5	0,00-1,20 m u GOK (Homogenbereich 2.2)
S6	0,00-2,50 m u GOK (Homogenbereich 2.2)
S7	0,00-1,80 m u. GOK (Homogenbereich 2.2)
S8	0,00-0,90 m u. GOK (Homogenbereich 2.1)
S9	0,15-1,20 m u. GOK (Homogenbereich 2.2)
S10	0,00-1,10 m u. GOK (Homogenbereich 2.1)
S11	0,00-1,20 m u. GOK (Homogenbereich 2.2)
V5	0,00-1,10 m u. GOK (Homogenbereich 2.2)
V6b	0,00-1,20 m u. GOK (Homogenbereich 2.2)

Die Mischprobe MP Boden 2 beinhaltet folgende Bodenhorizonte:

S5	1,20-3,00 m u GOK (Homogenbereich 3)
S6	2,50-3,00 m u GOK (Homogenbereich 3)
S7	1,80-2,70 m u. GOK (Homogenbereich 2.2 und 3)
S8	0,90-2,10 m u. GOK (Homogenbereich 2.2)
S9	1,20-3,00 m u. GOK (Homogenbereich 3)
S10	1,10-3,00 m u. GOK (Homogenbereich 3)
S11	1,20-3,00 m u. GOK (Homogenbereich 3)
V5	1,10-2,50 m u. GOK (Homogenbereich 3)
V6b	1,20-2,00 m u. GOK (Homogenbereich 3)

Die detaillierten Analysenergebnisse finden sich in Anlage 3 (Prüfbericht 3544743).

5.2 Abfallrechtliche Einstufung

5.2.1 Verwertung von Bodenmaterial gemäß Ersatzbaustoffverordnung

Seit dem 01.08.2023 sind ausgehobene Bodenmaterialien als mineralischer Ersatzbaustoff (MEB) entsprechend ErsatzbaustoffV [19] abfallrechtlich zu deklarieren und bei gegebener umwelttechnischer Eignung möglichst einer Wiederverwertung zuzuführen. Die Ersatzbaustoffverordnung unterscheidet hierbei die folgenden Materialklassen für den Ersatzbaustoff „Bodenmaterial“:

820024-023 / 12.06.2024

BM-0:

Bodenmaterial der Materialklasse BM-0 ist weitestgehend uneingeschränkt wiederverwertbar. Ausnahmen sind Wasserschutzgebiete der Zone I sowie die gesättigte Zone des Grundwassers. Eine Wiederverwertung kann auch außerhalb technischer Bauwerke z.B. als Verfüllung erfolgen.

BM-0*:

Bodenmaterial der Materialklasse BM-0* ist weitestgehend uneingeschränkt wiederverwertbar. Ausnahmen sind Wasserschutzgebiete der Zone I und Zone II sowie die gesättigte Zone des Grundwassers. Eine Wiederverwertung kann auch außerhalb technischer Bauwerke z.B. als Verfüllung erfolgen.

BM-F0*, BM-F1, BM-F2, BM-F3:

Bodenmaterial der Materialklassen BM-F0* bis BM-F3 sind nur in technischen Bauwerken wiederverwertbar. Die Bewertung der Wiederverwertbarkeit erfolgt dabei standortspezifisch seitens der Verwertungsstelle hinsichtlich der Randbedingungen am Verwertungsort unter Berücksichtigung der Parameter: Materialklasse des MEB, Abstand des eingebauten MEB zum höchsten 10-jährigen GW-Stand, Zusammensetzung der Grundwasserdeckschicht, Lage innerhalb/außerhalb von Wasserschutzgebieten oder Wasservorranggebieten. Für Material der Klasse BM-F3 sind hierbei in der Regel definierte technische Sicherheitsmaßnahmen (z.B. Einbau nur unter versiegelten Flächen) erforderlich. Die Wiederverwertbarkeit wird in den Einbautabellen der ErsatzbaustoffV Anlage 2 geregelt.

>BM-F3:

Bodenmaterial, bei dem mindestens ein Schadstoffparameter die Materialwerte gemäß ErsatzbaustoffV Anlage 1 Tabelle 3 für die Materialklasse BM-F3 übersteigt, ist gemäß ErsatzbaustoffV als nicht verwertbar einzustufen und gemäß Deponieverordnung [20] einer Entsorgung zuzuführen.

Die Wahl und Bewertung der Wiederverwertungsmethode ist Sache der Verwertungsstelle. Der Gutachter kann bei Bedarf zur Beratung hinzugezogen werden. Eine Wiederverwendung von Aushubmaterial am Herkunftsort ist in der Regel aus umwelttechnischer Sicht möglich, solange es sich nicht um eine ausgewiesene Altlast handelt oder durch die Wiederverwertung eine Verschlechterung der Bodenfunktionen entstehen kann.

5.2.2 Orientierende Deklaration Bodenmaterial

Es kann folgende orientierende Deklaration für die geplanten Aushubmassen getroffen werden:

- Das untersuchte Bodenmaterial der Mischprobe MP Boden 1 ist unbelastet und nach ErsatzbaustoffV Anlage 1 - Tabelle 3 somit in die Einbauklasse BM-0 (Lehm, Schluff) einzustufen.

820024-023 / 12.06.2024

- Das untersuchte Bodenmaterial der Mischprobe MP Boden 2 ist unbelastet und nach ErsatzbaustoffV Anlage 1 - Tabelle 3 somit in die Einbauklasse BM-0 (Lehm, Schluff) einzustufen.

Werden im Zuge der Aushubarbeiten organoleptisch auffällige Materialien angetroffen, so sind diese zu separieren, der Gutachter bzw. die örtliche Bauleitung unverzüglich zu informieren und gemäß LAGA PN 98 zu beproben.

6. Gründungs- und Ausführungshinweise

Im Bearbeitungsgebiet ist entsprechend der Bohrbefunde ein gleichbleibender Schichtenaufbau des Untergrunds zu erwarten. Allerdings wurden im Rahmen der Bohrbefunde zum Teil heterogene Zusammensetzungen innerhalb der einzelnen Schichthorizonte festgestellt. Es kann daher nicht gänzlich ausgeschlossen werden, dass es lokal zu Abweichungen von den punktuellen Aufschlüssen kommen kann.

Die angetroffenen Böden decken sich weitestgehend mit denen des Gutachtens von 2022 [2]. Die im vorhergehenden Gutachten gegebenen Gründungs- und Ausführungshinweise sind somit weiterhin gültig.

Bei den neu angetroffenen Auffüllungen handelt es sich aufgrund der Zusammensetzung voraussichtlich um anthropogene Umlagerungen und Geländeangleichungen der natürlich vorkommenden Verwitterungslehme. Die Auffüllungen sind aus bautechnischer Sicht somit den Verwitterungslehmen gleichzusetzen.

Als Gründungshorizont für Bauwerke bis ca. 2 m u. GOK dienen die überwiegend steifen, Verwitterungslehme / Auffüllungen (Homogenbereich 2.1 und 2.2). Je nach Schichtwassereinfluss können diese Böden auch in deutlich weicherer Konsistenz vorliegen. Es handelt sich somit um mäßig guten bis schlechten Baugrund. Diese sind zum Abtrag der Bauwerkslasten bedingt geeignet.

Als Gründungshorizont für Bauwerke bis mindestens 3 m u. GOK (bereichsweise bis zu 5 m u. GOK bei S7) dienen die entfestigten Tonmergel und Mergelsande der Unteren Süßwassermolasse in steifer bis halbfester Konsistenz (Homogenbereich 3). Diese sind trocken bis erdfeucht ausgebildet. Bei der Erkundung wurde kein Schichtwasser angetroffen. Ein Schichtwassereinfluss, der zu lokalen Aufweichungen führen kann ist allerdings nicht auszuschließen und insbesondere in Bereichen mit höheren Sandanteilen zu erwarten. Generell handelt es sich bei den Böden um guten bis mäßig guten Baugrund. Diese sind zum Abtrag von Bauwerkslasten generell geeignet, können aber abhängig von den eingebrachten Bauwerkslasten Bodenaustausch- oder verbesserungsmaßnahmen zur Setzungsminimierung erfordern.

Als Gründungshorizont für Bauwerke ab ca. 3,5 m u. GOK dienen voraussichtlich die Gesteine der Unteren Süßwassermolasse. Diese liegen bereichsweise in Form von Süßwasserkalksteinen vor aber sollten sich basierend auf dem vorhergehenden Gutachten und den Bohrdaten des LGRB größtenteils aus Ton- und Mergelsteinen zusammensetzen. Diese sollten in mindestens

820024-023 / 12.06.2024

halbfester bis fester Konsistenz anstehen. Bei der Gründung von tieferen Bauwerken ist hier nur noch mit einer eingeschränkten Grabbarkeit zu rechnen. Gegebenenfalls sind Meißelarbeiten erforderlich. Es handelt sich somit um guten Baugrund. Diese sind zum Abtrag der Bauwerkslasten generell gut geeignet.

Die frostfreie Einbindetiefe beträgt $\geq 0,90$ m u. GOK (Zone II). Als Austrocknungstiefe können $\geq 1,5$ m u. GOK angenommen werden.

Bei Unklarheiten oder bei Abweichungen von den oben genannten Baugrundverhältnissen ist der Gutachter unverzüglich zur Klärung hinzuzuziehen.

Die Angaben des Baugrundgutachtens beziehen sich auf den gegenwärtigen Planungsstand und sind in dieser Hinsicht als vorläufig anzusehen. Bei Vorliegen der endgültigen Ausführungsplanung sind die bauwerksspezifischen Bodenpressungen in Abstimmung zwischen Tragwerksplaner und Gutachter festzulegen. Der zuständige Tragwerksplaner wird gebeten, hierzu unverzüglich mit dem Gutachter Kontakt aufzunehmen.

6.1 Gründungsempfehlung

Bei unterkellerten Gebäuden und möglichen Tiefgaragen ist mit zunehmender Tiefe mit dem Übergang in das Festgestein und mit einer eingeschränkten Grabbarkeit zu rechnen.

Bauwerke mit hohem Lasteintrag in den Untergrund wie z.B. Mehrfamilienhäuser sollten möglichst tief in den Baugrund einbinden, um Setzungen besonders in den bindigen Böden zu minimieren.

Von Flachgründungen innerhalb der Verwitterungslehme / Auffüllungen (Homogenbereich 2) wird abgeraten. Empfohlen wird stattdessen ein Bodenaustausch oder Streifenfundament-Gründungen bis mindestens zum Homogenbereich 3. Eine genauere Betrachtung hinsichtlich Bodenaustausch erfolgt in Kapitel 6.2.3. Für die Streifenfundamente und den Bodenaustauschkörper ist je nach lokaler Schichtmächtigkeit eine Teufe bis min. 1,5 bis 1,8 m unter aktueller GOK vorzusehen. Bei lokal mächtigeren Verwitterungslehmen ist diese Tiefe entsprechend anzupassen. Hierbei sollte darauf geachtet werden, dass die Fundamente bzw. der Bodenaustauschkörper nicht direkt auf der Oberkante von Homogenbereich 3 gegründet werden, sondern noch min. 0,4 bis 0,5 m in diesen einbinden, da Schichtwasser i.d.R. Schichtgrenzen bevorzugt und die Grenzbereiche aufgeweicht sein können. Weiterhin würde infolge der vorgeschlagenen Tiefe auch der Einfluss der Austrocknungstiefe an Bedeutung verlieren. Aus wirtschaftlichen Gründen kann ggf. eine „Verlängerung“ der Streifenfundamente auch durch einen Bodenaustausch oder durch das Einbringen von Magerbeton unterhalb des ca. 0,9 m tiefen Fundamentfußes erfolgen, sodass die Gründungskörper auf einheitlich, tragfähigem Untergrund zu liegen kommen.

Im näheren Umfeld südlich des verbauten Kiesdükers der 2. Erweiterung an der Kreuzung Eichenweg/Buchenweg ist voraussichtlich mit lokal aufgeweichten Untergrundverhältnissen zu rechnen. Sehr weiche bis breiige bindige Böden sind möglichst vollständig auszuheben und mit einem Bodenaustausch zu ersetzen (siehe Kapitel 6.2.3). Generell wird empfohlen den Kiesdüker kontrolliert zu drainieren und an das Entwässerungssystem der 3. Erweiterung anzuschließen,

820024-023 / 12.06.2024

damit die Bausubstanz im direkten Umfeld nicht nachteilig durch die Infiltration der angesammelten Schichtwässer im Bereich des Kiesdükers beeinflusst wird.

Aufgrund der sehr rasch, auch lateral, wechselnden lithologischen und hydrogeologischen Bereiche ist eine generelle Aussage für die Wohnbebauung nicht möglich. Es ist daher erforderlich, für die Bebauung jeweils ein gesondertes Gutachten auszuarbeiten zu lassen. Eine auf das jeweilige Bauwerk angepasste Gründung kann dann technisch und wirtschaftlich optimiert werden.

6.2 Ausführungshinweise

6.2.1 Baugrubengestaltung

Empfohlen wird den Oberboden (nach dem Abernten / nach der Mahd und vor Beginn der Arbeiten) durch einen Kettenbagger mit glattem Schneidlöffel im „Vor-Kopf“-Verfahren abzuheben. Schiebendes Gerät sollte nicht zum Einsatz kommen.

Beim Anlegen der Baugruben werden steife, bindige Böden angetroffen. Gemäß DIN 4124 ist bei Aushubtiefen von mehr als 1,25 m Tiefe bei mindestens steifen, bindigen Böden unter max. 60° zu böschen. Bei rolligen und weichen bindigen Bodenverhältnissen ist mit maximal 45° zu Böschen. Böschungen in bindigem Boden sollten mit (idealerweise UV-stabilisierten) Baufolien abgedeckt werden, um diese vor Auswaschung und Aufweichung zu schützen. Hierbei handelt es sich jedoch explizit um keine hangsichernde Maßnahme.

Oberhalb der Böschung sind folgende Streifenbreiten lastfrei zu halten: $\geq 0,6$ m für Baustoffe oder Aushubmaterial; $\geq 1,0$ m für Baugeräte bis 12 t bzw. Fahrzeuge mit Achsenlasten nach §34 StVZO [21]; $\geq 2,0$ m für Baugeräte über 12 bis 40 t bzw. Fahrzeuge oberhalb der nach §34 StVZO [21] vorgeschriebenen Achsenlasten. Bei Gräben bis zu einer Tiefe von 0,8 m darf nach DIN 4124 einseitig auf den Schutzstreifen verzichtet werden.

Nach DIN 4124 ist die Standsicherheit von Böschungen nach DIN EN 1997-1, DIN 1054 bzw. DIN 4084 dann nachzuweisen, wenn folgende Szenarien vorliegen:

- Die Böschung ist $\geq 5,0$ m hoch
- Überschreitung der oben genannten maximalen Böschungswinkel
- Nichteinhaltung von Abständen (z.B. Lastfreie Streifen)
- Steigung des Geländes an der Böschungskante ist $\geq 1:10$ (10%)
- Steigung einer Erdaufschüttung/Stapellast mit ≥ 10 kN/m² unmittelbar neben dem Schutzstreifen von 0,6 m ist $\geq 1:2$ (50%)
- Ungünstige/gefährdende Einflüsse (z.B. ungünstige Konsistenz/Lagerungsdichte des Bodens, Störungen des Bodengefüges wie z.B. zur Sohle einfallende Schieferung, deutliche Schichtwasserzutritte, starke Erschütterungen)
- Gefährdung vorhandener Leitungen oder baulicher Anlagen

820024-023 / 12.06.2024

Die rechnerisch erbrachten, statischen Nachweise sind mit der BG abzustimmen. Idealerweise sollte (noch vor der Vergabe) dem AG ein Sicherheits- und Überwachungskonzept vorgelegt werden. Das Sicherheitskonzept kann nachträglich ggf. angepasst werden, falls statische Nachweis nicht erbracht werden kann.

Im Bereich des Untersuchungsgebiet ist es möglich, dass nach jetzigem Planungsstand ein solches nachweispflichtiges Szenario vorliegen kann (Schichtwasser). Im Zuge der weiteren Planung sind ggf. die Nachweise vom AN vor der Bauausführung gegenüber dem AG zu erbringen und vorzulegen.

Ab etwa 3 m Baugrubentiefe sind Bermen als Abtreppung vorzusehen. Entsprechend den deutschen Unfallverhütungsvorschriften müssen diese $\geq 0,6$ m (zum Begehen) bzw. $\geq 1,5$ m (zum Auffangen abrutschender Materialien) sein. Abgerutschter Boden ist unverzüglich zu entfernen.

Zusätzlicher Raum, welcher durch Böschungen (Bermen, lastfreie Streifen, etc.) eingenommen wird, ist bei der Planung zu berücksichtigen. Es wird empfohlen die Böschungen in die Planunterlagen einzutragen, um Konflikte mit benachbarten Bauten/Leitungen frühzeitig zu vermeiden oder kenntlich zu machen. Weiterhin empfiehlt sich bei schlechtem Baugrund zusätzlichen Raum einzuplanen, welcher in der Bauphase eine Vergrößerung der Baugrube infolge unvorhergesehener, zusätzlicher Bodenaustauschmaßnahmen ermöglicht (vgl. Kapitel Bodenaustausch).

Der Erdaushub sollte im rückschreitenden Verfahren erfolgen.

6.2.2 Aushub und Aushubsohlen

Bei bindigem Boden und zu erwartendem Niederschlag sollten die Baugruben bis maximal 30 cm über der Sohle ausgehoben werden, sofern die kapillarbrechende Schicht nicht umgehend eingebaut wird. Die Baugrube muss ggf. im Anschluss an das Niederschlagsereignis schnellstmöglich ausgepumpt werden (geeignete Gerätschaften sind hierfür bereitzuhalten), um ein tiefgreifendes Aufweichen zu verhindern. Das Erdplanum sollte somit vor Vernässung und Frosteinwirkung geschützt werden.

Auf der Baustelle zwischengelagerter bindiger Erdaushub ist in Form von Tafelmieten oder abgedeckten Haufwerken vor Durchfeuchtung zu schützen. Haufwerke sind, wenn möglich, auf wasserundurchlässigen Folien zu lagern. Dies gilt insbesondere für grundwassersensible Bereiche, Schutzgebiete oder bei Hinweisen auf erhöhte Schadstoffkonzentrationen im Aushub.

Oberboden-Mieten (maximal 2 m hoch in steiler Trapezform) können auf Geotextil auf dem Oberboden auflagernd gelagert werden und dürfen nicht durch Fahrzeuge befahren werden. Wird Material im Untergrund angetroffen, welches nicht dem kulturfähigen Untergrund entspricht, wird dieses Material separiert. Es sollte umgehend für eine Begrünung der Mieten, durch tiefwurzelnde und wasserzehrende Pflanzenarten, gesorgt werden.

Ausgehobene Homogenbereiche sollten, wenn möglich, auf getrennten Haufwerken/Tafelmieten bis 500 m³ gelagert werden, falls zuvor nicht anders mit dem AG abgesprochen. Sollten

820024-023 / 12.06.2024

organoleptische auffällige Materialien angetroffen werden, so sind diese zu separieren und der Gutachter bzw. die örtliche Bauleitung unverzüglich zu informieren. Hierbei fallen Böden nicht unbedingt in jedem Fall in das Abfallrecht. So kann nicht oder gering belasteter Bodenaushub unter Einhaltung der Regeln in Gruben, Brüchen, Tagebauen oder zur Wiederverfüllung andernorts verwertet werden, wobei die Genehmigung der Verfüllungen allerdings nicht auf der Grundlage des Abfallrechts erfolgt. Ausreichend hierfür sind i.d.R. Deklarationsanalysen entsprechend der ErsatzbaustoffV Anlage 1 (Hinweis: Nicht selten werden jedoch auch die Zusatzparameter nach Deponieverordnung [20] verlangt. Dies ist im Vorhinein mit den Betreibern der Lagerplätze zu klären). Der Einsatzbereich des Aushubmaterials als mineralischer Ersatzbaustoff in technischen Bauwerken richtet sich entsprechend ErsatzbaustoffV §§ 19 und 20 [19] sowie Anlage 2 Tabelle 5 bis 8 nach der Art des Bauwerks, Bodenart, den hydrogeologischen Bedingungen am Einbauort sowie den Ergebnissen der Deklarationsanalytik. Sollte ein Wiedereinbau vorgesehen sein, ist der vorgesehene Verwendungszweck frühzeitig mit den Behörden und einem Gutachter abzustimmen. Werden alle Anforderungen gemäß ErsatzbaustoffV §§ 19 und 20 [19] eingehalten ist i.d.R. keine wasserrechtliche Erlaubnis erforderlich.

Auf analytische Untersuchungen kann i.d.R. verzichtet werden, wenn der Boden in gleicher Tiefenlage eingebaut wird und die Verwertung am Ausbauort oder an vergleichbaren Standorten in der Region erfolgt (Dies gilt zumeist auch für Böden mit natürlichen erhöhten (geogenen) Hintergrundgehalten. Jedoch ist der Einbau mit der zuständigen Behörde abzustimmen). Demgegenüber wird belasteter (z.B. anthropogen veränderter, ortsfremder) Boden Deponien oder dem Untertageversatz zugeführt und dementsprechend nach Abfallrecht entsorgt. Hierbei sind jedoch auch die Annahmekriterien der Deponiebetreiber zu beachten. Insbesondere organische Böden werden zum Teil aufgrund ihrer hohen Kompressibilität auch bei Einhaltung der Grenzwerte nicht von Deponien angenommen. Die Entsorgungswege sind deshalb frühzeitig abzuklären.

Entstandene Haufwerke sind entsprechend LAGA PN 98 zu beproben und entsprechend der Deklarationsanalyse der passenden Verwertung zuzuführen. Bei einem Wiedereinbau an anderer Stelle ist hierfür zumeist eine Analyse nach ErsatzbaustoffV Anlage 1 - Tabelle 3 und bei hinreichendem Verdacht nach Tabelle 4 ausreichend. Bei der Ablagerung auf einer Deponie sind für gewöhnlich noch Zusatzparameter nach Deponieverordnung (DepV, Anhang 3 [20]) nötig. Zur Beschleunigung des Ablaufs sollte der benötigte Analysenumfang vor Beauftragung der Probenahme bei der zuständigen Verwertungsstelle daher geklärt werden. Für die Laboranalysen und finale Deklaration sind für gewöhnlich min. 3-4 Werktagen (Express) bis min. 2 Wochen (Standard) einzuplanen.

Anmerkung: Das beprobte Haufwerk, darf nach der Beprobung nicht mehr stofflich verändert werden, da die Probennahme sonst ihr Gültigkeit verlieren kann. Beprobt wird das finale Haufwerk, welches anschließend entsorgt wird.

Die anfallenden Ober-/Mutterböden sind aufgrund möglichen Humuszersatzes und geringen Eigensteifigkeit nur für die Rekultivierung bzw. Modellierung künftiger Grünflächen (auch in Erdwällen/Lärmschutzwällen) vorzusehen. Mit zunehmender Mächtigkeit des wiedereingebauten Mutterbodens sind kleinere Nachsackungen möglich, welche ggf. nachgearbeitet werden müssen. Bei der Wiederverwendung des Mutterbodens in Versickerungsanlagen sind ggf. zusätzliche

820024-023 / 12.06.2024

umwelttechnische Untersuchungen des Mutterbodens erforderlich. Dies ergibt sich für gewöhnlich jedoch aus den Nebenbestimmungen der Bauerlaubnis.

Die anfallenden bindig, schluffigen und tonigen Böden sind für einen Wiedereinbau im geplanten Baufeld nicht bis mäßig geeignet. Als Möglichkeit für eine Wiederverwendung kommen z.B. in Frage: Bereiche ohne besondere Anforderungen an Durchlässigkeit, Verdichtungsgrad, Frostempfindlichkeit usw. als Auffüllmaterial oder als Lärm-/Sichtschutzwall ohne tragende Funktion.

6.2.3 Bodenaustausch

Generell empfiehlt sich für den Bodenersatzkörper bzw. Ausgleichsschicht ein gut kornabgestuftes, hochverdichtbares Kies-Sand-Gemisch oder Schotter (z.B. FSK 0/32 oder 0/45) Boden- gruppe GW o.ä. mit einem Feinkornanteil <5%. Die Verwendung von RC-Material unter Einhaltung der Vorgaben aus der ErsatzbaustoffV ist nur in Abstimmung mit AG und Umweltbehörde, bei vorhandener Unbedenklichkeitserklärung und geringem Ziegelanteil (10-20%) zulässig.

Der Einbau und die Verdichtung des Bodenersatzkörpers hat lagenweise (Mächtigkeit $\leq 0,3$ m) zu erfolgen. Die Lagen sind einzeln und in mehreren Übergängen zu verdichten. Hierbei ist ein Verdichtungsgrad (Proctordichte) von $D_{Pr} \geq 100$ % im Mittel (entspricht in etwa einem Verformungsmodul von $E_{V2} = 100$ MN/m²), mindestens jedoch 98 %, nachzuweisen. Als qualitative Nachweis-Methode können hierfür Lastplattendruck(LP)-Versuche dienen. Statische LP-Versuche sind generell dynamischen LP-Versuchen, aufgrund derer Ungenauigkeit vorzuziehen, jedoch zumeist sehr zeit-, platz- und ressourcenaufwändig. Nichtsdestotrotz kann in beiden Versuchen, je nach geologischen Randbedingungen und Mächtigkeit des Bodenaustauschs, das ermittelte E_{V2} trotz erfolgreicher Verdichtung der Tragschicht zu gering ausfallen. Bei den weitestgehend steifen bindigen Böden im Untersuchungsgebiet ist davon auszugehen, dass die erforderlichen Verformungsmoduln größtenteils nicht erreicht werden. Im Zweifelsfall sollte Kontakt mit dem Gutachter aufgenommen werden, welcher die Freigabe gibt.

Allgemein wird zum sicheren Nachweis einer ausreichenden Verdichtung der Schotterschicht aus gutachterlicher Sicht jedoch nachfolgende Herangehensweise in vier Schritten empfohlen: 1) Sohlabnahme des Erdplanums; 2) Vorlage der Qualitätsnachweise des Einbaumaterials; 3) Dokumentation der ordnungsgemäßen Einbau- und Verdichtungsarbeiten; 4) Bestimmung des E_{VD} -Werts und der Verdichtungsreserve anhand dynamischer LP-Versuche; 5) Auswertung der Daten durch geotechnische Baubegleitung oder Gutachter.

Zwischen dem anstehenden Baugrund und dem Bodenersatzkörper ist weiterhin ein geotextiles Filtervlies (GRK3 bei Kies-Sand, GRK4 bei Schotter) zu verlegen. Bei starken Aufweichungen im bindigen Baugrund kann zusätzlich das Einwalken einer unteren Schrottenlage erforderlich sein, auf der das Trennvlies zu liegen kommt.

820024-023 / 12.06.2024

6.2.4 Verfüllung der Arbeitsräume

Zum Wiedereinbau in die Arbeitsräume empfiehlt sich der Einbau von gut verdichtbarem Material der Bodengruppen GU/SU mit ausreichendem Feinkornanteil, um eine qualifizierte Rückverdichtung zu erhalten und einen möglichst dichten Anschluss vom Bauwerk zum umgebenden Boden zu bilden. Die rückverfüllten Arbeitsräume sollten keine wesentlich größere oder geringere Wasserdurchlässigkeit aufweisen als die umgebenden anstehenden Böden.

Das Aushubmaterial sollte nur wiederverfüllt werden, wenn Nachsackungen (in Abstimmung mit dem AG) toleriert werden können. Hierfür gilt es den Aushub vor Witterungseinflüssen (Nässe, Austrocknung) zu schützen.

6.2.5 Bauwasserhaltung

Die Baugrubensohlen befinden sich nach aktuellem Planungsstand deutlich oberhalb des Grundwasserspiegels.

Eine Grundwasserabsenkung oder tiefgreifende Abdichtungsmaßnahmen sind daher nicht erforderlich.

In den Baugruben werden nach jetzigem Planungsstand bindige Schichten mit niedriger Durchlässigkeit angeschnitten. Niederschlags- oder Schichtwasser kann sich zeitweise aufstauen. Anfallendes/Aufstauendes Wasser in der Baugrubensohle ist über eine offene Wasserhaltung zu fassen und einem Pumpensumpf zuzuführen. Tagwasserhaltung ist VOB, Teil C (DIN 18299) eine kostenfreie Nebenleistung. Zusatzmaßnahmen durch unsachgemäße Tagwasserhaltung sind durch die bauausführende Firma zu tragen.

Für größere Baugruben, welche über längere Zeit offenbleiben, kommen nach wirtschaftlicher Prüfung ggf. auch Spundwände als abdichtende Maßnahme in Betracht, welche sich ggf. auch positiv auf die Standsicherheit entsprechend Kapitel 6.2.1 auswirken könnte.

Die Wasserhaltungsmaßnahmen sind bis mindestens zur Gewährleistung der Auftriebssicherheit der eingebauten Bauwerksteile zu unterhalten.

Um einem Aufstauen des hangabwärtslaufenden Schichtwassers im Bereich kreuzender Leitungszonen zu umgehen, wurde an der Kreuzung Eichenweg/Buchenweg ein Kiesdücker unter die Leitungszone verlegt, um ein Abfließen des Wassers zu gewährleisten. Sollten sich anhand der neuen Grundwassermessstelle(n) Hinweise hinsichtlich Schichtwasser ergeben, oder während dem Aushub größere Schichtwasseraustritte festgestellt werden, könnte diese Lösung 1:1 auf die betroffenen Leitungstrassen (z.B. parallel zum Buchenweg) übertragen werden. Bezüglich der geplanten Wohnbebauung im Bereich des Bestandskiesdückers wird auf Abschnitt 6.1 verwiesen.

820024-023 / 12.06.2024

6.2.6 Gebäudeabdichtung

Aufgrund der in Abschnitt 4.4 dargestellten Grundwassersituation sollten etwaige Bodenplatten und die aufgehenden (erdberührten) Wände sowie Streifenfundamente oder Einzelfundamente der Erschließungsbauwerke gegen den Lastfall „Drückendes Wasser“ im Sinne der DIN 18195 abgedichtet werden. Dies kann u. a. durch Ausführung in WU-Beton erfolgen (Stichwort: „Weiße Wanne“).

Die geplante Wohnbebauung befindet sich größtenteils in Hanglage und bindet in einen gering bis mäßig durchlässigen Untergrund ein, auf dem sich Oberflächenwasser episodisch aufstauen kann. Unterkellerte Bereiche sind daher durch umlaufende Drainagen mit Anschluss an eine Vorflut gemäß DIN 4095 zu sichern. Hierbei ist auf ein durchgängiges Gefälle zu achten. Unter der Voraussetzung, dass die Drainage über die Standzeit der Gebäude funktioniert, kann die Abdichtung gemäß DIN 18533-1 für die Wassereinwirkungsklasse „Bodenfeuchte und nicht drückendes Sickerwasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden mit Dränung, W1.2-E“ erfolgen. Ansonsten ist der Lastfall „drückendes Wasser von außen, W2.1-E“ mit einem Bemessungswasserstand auf Höhe GOK anzusetzen. Sollte die Rückseite des Hauses verfüllt werden sind Drainagen oder eine wasserundurchlässige Bauweise auch im Bereich der Auffüllungen empfohlen. Die DIN-gerechte Planung der Drainage am Gebäude oder Alternativlösungen ist hierbei durch den zuständigen Planer zu erbringen.

6.2.7 Befahrbarkeit der Bodenschichten

Die angetroffenen bindigen Böden sind stark wasser- und frostempfindlich und neigen bei dynamischer Beanspruchung zum Aufweichen und vollständiger Verbreiung.

Bei sehr feuchter Umgebung (z.B. Grund-/Schichtwassereintritt, Niederschlag) weichen diese Böden in den Baugrubensohlen auf und sind somit nur eingeschränkt befahrbar. Daher wird das Einbringen einer Tragschicht (z.B. Grobschlag 63/150) auf beanspruchten Flächen empfohlen. Zwischen Erdplanum und Tragschicht sollte hierbei ein geotextiles Trennvlies (GRK III) eingebaut werden.

Fahrzeuge (Ketten-/Radfahrzeug) und ggf. Hilfsmittel (z.B. Baggermatten) sind dem Untergrund unter Beachtung der Regelwerke anzupassen. Für sämtliche Erdarbeiten gelten die einschlägigen Richtlinien des Erdbaus (z.B. DIN, 19731, DIN 4124, ZTV E-StB 17 [18], etc.).

Für den Oberboden sind ggf. Vorgaben aus einem separaten Bodenschutzkonzept zu berücksichtigen und zu priorisieren. Ob ein solches Bodenschutzkonzept vorliegt, ist vor Baubeginn mit dem AG zu klären. Entsprechend der Gesetzesänderung des Landes-Bodenschutz- und Altlastengesetz (LBodSchAG) §2 Abs. 3 in Baden-Württemberg vom 17.12.2020 sind solche Bodenschutzkonzepte bei Vorhaben auf nicht versiegelten, nicht baulich veränderten oder unbebauten Flächen ab 0,5 ha i.d.R. erforderlich. Ab 1,0 ha kann ggf. auch eine bodenkundliche Baubegleitung (BBB) verlangt sein. Auch außerhalb dieser Regelungen können Bodenschutzkonzepte oder eine BBB durch die Behörde angeordnet werden, wenn z.B. schützenswerte Böden anstehen.

820024-023 / 12.06.2024

6.3 Verkehrsflächen und Leitungsgräben

6.3.1 Verkehrsflächen

Der angetroffene Baugrund stimmt im Untersuchungsgebiet mit dem des vorhergehenden Gutachtens weitestgehend überein.

Die folgenden Abschnitte wurden daher unverändert aus dem vorhergehenden Gutachten von 2022 [2] übernommen.

Für die Ausbildung des Oberbaus von Verkehrsflächen können die Vorgaben der Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012 (RStO 12) [11], und ZTV E-StB 17 [18] der Planung zugrunde gelegt werden.

Mögliche Verkehrswege sollten entsprechend der aktuell vorgesehenen Nutzung entsprechend RStO 12 der Belastungsklasse Bk1,0 (entspricht der Belastung von Wohnstraßen) zugeordnet werden. Die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus sollte daher mindestens 0,70 m betragen (Tabelle 10).

Tabelle 10 – Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus nach RStO 12.

Frostempfindlichkeitsklasse	Dicke bei Belastungsklasse		
	Bk100 / Bk32 / Bk10	Bk3,2 / Bk1,8 / Bk1,0	Bk0,3
F1	Frostschuttschicht entfällt bei durchgängiger Erfüllung der Anforderungen nach ZTV SoB-StB 04 oder Verfestigung nach ZTV Beton-StB 07		
F2	0,55 m	0,50 m	0,40 m
F3	0,65 m	0,60 m	0,50 m
Örtliche Verhältnisse			
Frosteinwirkung	Zone I	Zone II	Zone III
	±0,00 m	+0,05 m	+ 0,15 m
Kleinräumiges Klima	Ungünstig (z.B. Nordhang, Kammlage)	Keine Besonderheiten	Günstig (z.B. Stadtklima)
	+0,05	±0,00 m	-0,05 m
Grund-/Schichtwasser ≤ 1,5 m unter Erdplanum	nein	ja	
	±0,00 m	+0,05 m	
Lage der Gradiente	Einschnitt, Anschnitt	Geländehöhe bis Damm ≤ 2 m	Geländehöhe bis Damm > 2 m
	+0,05 m	±0,00 m	-0,05 m
Entwässerung Fahrbahn	Über Mulden, Gräben, Böschung		Über Rinnen, Abläufe, Rohrleitungen
	±0,00 m		-0,05 m
Mindestdicke frostsicherer Aufbau (Σ) in m			0,70 m

820024-023 / 12.06.2024

Bei Vorliegen der endgültigen Ausführungsplanung sind die spezifischen Belastungsklassen den einzelnen Verkehrsflächen (falls vorhanden) ggf. anzupassen. Der zuständige Planer wird hierbei gebeten, bei Unklarheiten rechtzeitig mit dem Gutachter Kontakt aufzunehmen.

Gering bis mäßig tragfähiger Untergrund

Auf dem Erdplanum ist ein Verformungsmodul von $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ erforderlich. Stehen im Bereich des Erdplanums bindige Böden an, so ist das Erreichen u.a. auch vom aktuellen Konsistenzzustand abhängig. Es wird empfohlen, repräsentative statische Plattendruckversuche nach DIN 18134 und nach den TP BF-StB [19] durchzuführen, um die erforderlichen Verformungsmoduln nachzuweisen. Es wird davon ausgegangen, dass das erforderliche Verformungsmodul auf den natürlich anstehenden Böden ohne vorherige Bodenverbesserung voraussichtlich überwiegend nicht erreicht wird.

Wird die geforderte Tragfähigkeit von $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ auf OK Erdplanum nicht erreicht, dann ist eine qualifizierte Bodenverbesserung durch Bindemittel (nur bei bindigen Böden) oder ein Bodenaustausch zu empfehlen. Wird die geforderte Tragfähigkeit von $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ auf OK Erdplanum nicht flächendeckend erreicht, so finden Bodenverbesserungs-/Bodenaustausch-Maßnahmen nur in Abstimmung mit dem AG statt. Auf jeden Fall ist der AG rechtzeitig über die angetroffenen Verformungsmoduln zu unterrichten, um die erforderlichen Folgemaßnahmen ggf. durch den Gutachter prüfen zu lassen.

Erfolgt eine qualifizierte Bodenverbesserung durch z.B. Kalk oder Kalkhydrat nach Abschnitt 12, ZTV E-StB 17 in einer Dicke von mindestens 25 cm, so darf der frostempfindliche Untergrund bzw. der Unterbau in die Frostempfindlichkeitsklasse F2 eingestuft werden. Dann würde sich die Dicke des frostsicheren Oberbaus um 0,10 m verringern und wäre auf 0,60 m zu bemessen. Weiterhin ist nach der Bodenverbesserung der Nachweis eines Verformungsmoduls von $E_{v2} = 70 \text{ MN/m}^2$ auf dem Planum erforderlich.

Erfolgt eine Bodenverfestigung durch z.B. Kalk oder Kalkhydrat nach Abschnitt 12, ZTV E-StB 17 so verringert sich die Dicke des frostsicheren Oberbaus um 0,20 m und wäre auf 0,50 m zu bemessen. Weiterhin ist nach der Verfestigung der Nachweis eines Verformungsmoduls von $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ auf dem Erdplanum erforderlich.

Es ist unbedingt erforderlich, die behandelten wasserempfindlichen Böden bei nicht sofortiger Herstellung des Oberbaus vor Nässe zu schützen. Geeignete Bindemittel für die Bodenverfestigung und qualifizierte Bodenverbesserung können Abschnitt 12, ZTV E-StB 17 entnommen werden. Gegebenenfalls sind in Absprache mit dem AG sind im Vorhinein Proctorversuche nach DIN 18127-09 an repräsentativen Bodenproben unter Zugabe unterschiedlicher Mengen an Bindemittel (z.B. 0% → 2% → 4% → 6%) erforderlich, um das ideale Zusammenspiel zwischen einstellbarem Wassergehalt und Bindemittelmenge zu erhalten, um die Ertüchtigungsmaßnahme erfolgreich und wirtschaftlich zu gestalten.

820024-023 / 12.06.2024

Unterhalb befestigter Flächen (insbesondere unter Straßen und anderen Verkehrsflächen) müssen die Setzungen der Grabenverfüllung auf ein Mindestmaß beschränkt werden. Gemäß ZTV E-StB 17 ist ein geeigneter Prüfplan zu erstellen und mit der Bauüberwachung abzustimmen. Die Verdichtung des Einbaus erfolgt gemäß den statischen Erfordernissen.

Die erforderlichen Verformungsmoduln für das Erdplanum (s.o.) sind daher in Form statischer Lastplattendruckversuche nachzuweisen. Die erforderlichen Verformungsmoduln des eingebrachten, frostsicheren Unterbaus beträgt abhängig von der Bodenklasse des eingebrachten F1 Bodens entweder $E_{v2} = 120 \text{ MN/m}^2$ bzw. $E_{vd} = 65 \text{ MN/m}^2$ (bei Belastungsklasse $>Bk0,3$) oder $E_{v2} = 100 \text{ MN/m}^2$ bzw. $E_{vd} = 50 \text{ MN/m}^2$ (bei Belastungsklasse $Bk0,3$). Für den Oberbau wird empfohlen, repräsentative statische oder dynamische Plattendruckversuche nach DIN 18134 und nach den TP BF-StB [19] durchzuführen, um die erforderlichen Verformungsmoduln nachzuweisen.

6.3.2 Leitungsgräben

Der angetroffene Baugrund stimmt im Untersuchungsgebiet mit dem des vorhergehenden Gutachtens weitestgehend überein.

Die folgenden Abschnitte wurden daher unverändert aus dem vorhergehenden Gutachten von 2022 [2] übernommen.

Für die Herstellung, Sicherung und die Verfüllung von Leitungsgräben sind die Vorgaben der DIN EN 1610 der DIN 4124 einzuhalten. Zur Sicherung gefährdeter baulicher Anlagen gelten die Grundsätze nach DIN 4123, unter Beachtung weiterer Vorschriften durch den Eigentümer bzw. Weisungsbefugte.

Allgemeine Hinweise

Gräben für Ver- und Entsorgungsleitungen mit einer Tiefe von mehr als 1,25 m müssen mit einem Verbau gesichert oder oberhalb von 1,25 m angeböschert werden. Alternativ können Baugruben und Gräben mit einer Tiefe von mehr als 1,25 m mit abgeböscherten Wänden hergestellt werden. Bei zusätzlichen Belastungen nicht verbauter Grubenwände durch Bagger, Hebezeuge, Übergänge, Lagerstoffe oder Sonstiges ist die Standsicherheit nach DIN 4084 nachzuweisen.

Kanalgräben können gemäß DIN EN 1610 und DWA-A 139 in Regelfällen als Kurzzeitböschungen ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit bei Einhaltung der Regelabstände und bei weichen, bindigen Böden unter max. 45° und bei mindestens steifen, bindigen Böden unter max. 60° Böschungswinkel angelegt werden. Bei Übersteigung des Böschungswinkels sind entsprechende Sicherungsmaßnahmen (z.B. Verbau) zu erbringen.

Da die Konsistenz/Lagerung der Böden je nach Lage und Tiefe variieren kann und mit Schichtwasser zu rechnen ist, sind im Einzelfall entsprechende Maßnahmen durch einen geeigneten Verbau, durch eine Verminderung der Böschungsneigung und für die Trockenhaltung des Grabens zu ergreifen.

820024-023 / 12.06.2024

Den Gräben ist zulaufendes Oberflächenwasser durch Drainage-Leitungen fernzuhalten, da die Gräben ansonsten als Längsdränagen wirken könnten. Bei Zutritt von Oberflächenwasser wird ggf. eine Wasserhaltung erforderlich. Liegen Baugruben über mehrere Tage offen, sind die Grabenwände und die Sohlfläche durch sorgfältige Folienabdeckung vor Witterungseinflüssen (Erosion, Aufweichung, Auflockerung) zu schützen.

Im Bereich der Wasser- und Gasversorgung ergibt sich die einzuhaltende Grabengeometrie aus dem Rohrdurchmesser, der Überdeckungshöhe und der einzuhaltenden Mindestgrabenbreite nach DIN 4124. Eine typische Grabengeometrie für Wasser-/Gasleitungen beträgt z.B. 0,6m / 1,0m (Breite/Höhe). Bei nicht oder schlecht tragfähigem Baugrund sind ggf. eine Ausgleichsschicht einzubauen oder ein besonderes Rohraufleger (z.B. Bodenverfestigung, Beton) bzw. eine besondere Bettungsmaßnahme (z.B. Matten aus Geokunststoffen, Tragplatten) auszubilden, um ein geeignetes Rohraufleger zu erhalten. Zur Auflagerung und Einbettung können in der Regel Sand, Kiessand oder steinfrei aufbereitete Korngemische eingebaut werden. Je empfindlicher das Rohr (z.B. Kunststoffrohr, bitumöser Korrosionsschutz) desto feinkörniger und gleichmäßiger muss das Material sein.

Im Bereich der Abwasserentsorgung ergibt sich die einzuhaltende Grabengeometrie aus dem Rohrdurchmesser, der Tiefenlage der Rohrleitung und der einzuhaltenden Mindestgrabenbreite nach DIN EN 1610. Eine typische Grabengeometrie für Abwasserleitungen beträgt z.B. 1,2m / 3,0m (Breite/Höhe). Bei nicht oder schlecht tragfähigem Baugrund sind ggf. eine Ausgleichsschicht einzubauen oder ein besonderes Rohraufleger (z.B. Bodenverfestigung) bzw. eine besondere Bettungsmaßnahme (z.B. Matten aus Geokunststoffen, Tragplatten) auszubilden, um ein geeignetes Rohraufleger zu erhalten. Zur Auflagerung und Einbettung können in der Regel gut verdichtbarer Sand, stark sandiger Kies (Größtkorn 2 cm), Brechsand oder Splitt (Größtkorn 1,1 cm) eingebaut werden. Schwach sandige Kiese sind insbesondere im Bereich der Auflager und Auflagerzwickel nicht geeignet.

Im Bereich der Telekommunikation und Elektrizitätsversorgung ergibt sich die Grabengeometrie aus der Art, dem Durchmesser, der Anzahl und der Anordnung der zu verlegenden Leitungen. Die Mindestüberdeckung beträgt in der Regel 0,6 bis 0,7 m. Generell unterscheidet man zwischen der Verlegung von Erdkabeln und Kabelkanälen. Die Verlegung von Erdkabel und Kabelkanäle erfolgt nach Anweisung des zuständigen Versorgers/Anbieters. Erdkabelanlagen werden typischerweise mit Sand und Kabelkanalanlagen mit Kies-Sand-Gemischen (Größtkorn 8 mm) oder Sand verfüllt. In stark wasserhaltenden und weniger tragfähigen Böden ist ggf. eine Verbesserung des Auflagers durch eine Betonschicht oder ein fein abgestuftes Korngemisch notwendig. Eine Sonderform der Elektrizitätsversorgung bilden Gasinnendruckkabel. Die Verlegung von Gasinnendruckkabeln erfolgt in der Regel analog zur Gasversorgung nach DIN 4124.

Es ist großen Wert auf eine sorgfältige und sachgemäße Verdichtung des lagenweise eingebauten Materials in der Verfüll-/Leitungszone zu legen. Unter befestigten Flächen (insbesondere unter Straßen und anderen Verkehrsflächen) müssen die Setzungen der Grabenverfüllung auf ein Mindestmaß beschränkt werden. Gemäß ZTV E-StB 17 ist ein geeigneter Prüfplan zu erstellen und mit der Bauüberwachung abzustimmen. Die Verdichtung des Einbaus erfolgt gemäß den

820024-023 / 12.06.2024

statischen Erfordernissen. Als einen Erfahrungswert hinsichtlich der Tragfähigkeit kann man einen Verformungsmodul von $E_{v,d} \geq 30 \text{ MN/m}^2$ heranziehen. Sollten diese Verhältnisse durch den anstehenden Boden nicht erreicht werden, ist in der Grabenzone ein Bodenaustausch zu empfehlen.

Hinweise zu Fels/Felsblöcken

Im Rahmen der Kanalbauarbeiten und dem Bau der Retentionsbecken werden voraussichtlich lokal die Festgesteine der Unteren Süßwassermolasse angetroffen. Geeignetes Material zum Fräsen (z.B. Leitungsfräsen) oder Brechen des Festgesteins ist bereitzuhalten.

Die Felsoberkante kann erfahrungsgemäß uneben ausgebildet sein und in Ihrer Höhenlage variieren. In Übergangsbereichen, in denen die Bauwerke nur teilweise in den Fels einbinden wird der Einbau eines keilförmigen Bodenaustausches empfohlen um Steifigkeitssprünge des Auflagers zu vermeiden.

7. Sonstiges

Das ingenieurgeologische Modell des Baugrunds, welches die Grundlage der bau- bzw. umwelt-technischen Empfehlungen bildet, resultiert aus punktuellen Aufschlüssen. Es kann daher lokal zu Abweichungen des Schichtverlaufs kommen. Außerdem können zeitliche Änderungen des Baugrunds (z.B. durch Witterungseinflüsse), insbesondere bei längeren Abständen zwischen Untersuchung und Baumaßnahme, nicht ausgeschlossen werden.

Im Zuge der Erd- und Gründungsarbeiten ist daher sorgfältig zu überprüfen, ob die angetroffenen Baugrundverhältnisse mit den im Gutachten erfassten übereinstimmen. Sollte dies nicht der Fall sein oder Zweifel bestehen, so ist der Gutachter unverzüglich zur weiteren Beratung heranzuziehen. Generell ist zu empfehlen, eine Abnahme von Baugruben bzw. der Gründungssohle durchführen zu lassen.

Die Angaben des Baugrundgutachtens beziehen sich auf den gegenwärtigen Planungsstand und sind in dieser Hinsicht als vorläufig anzusehen. Bei Planungsänderungen ist der Gutachter einzubeziehen.

Aufgestellt:
Ettlingen, den 12.06.2024
RBS wave GmbH

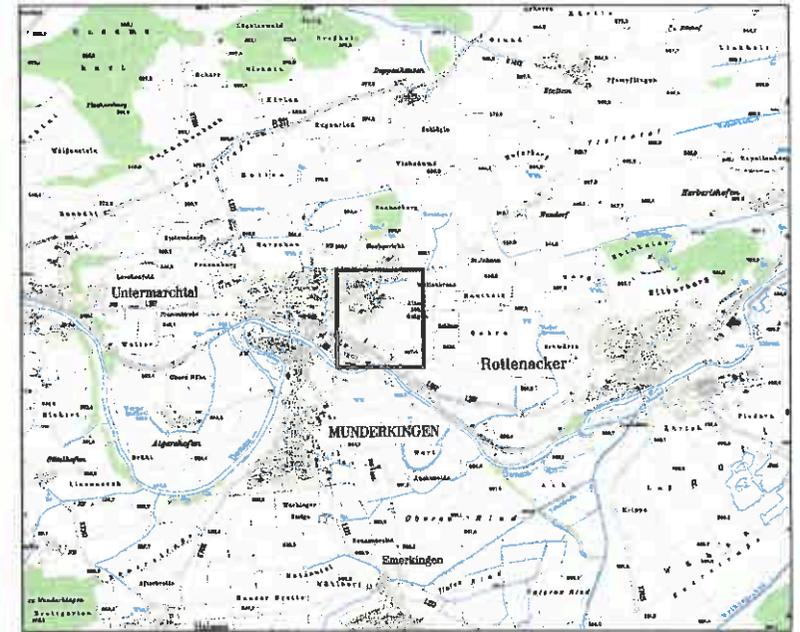
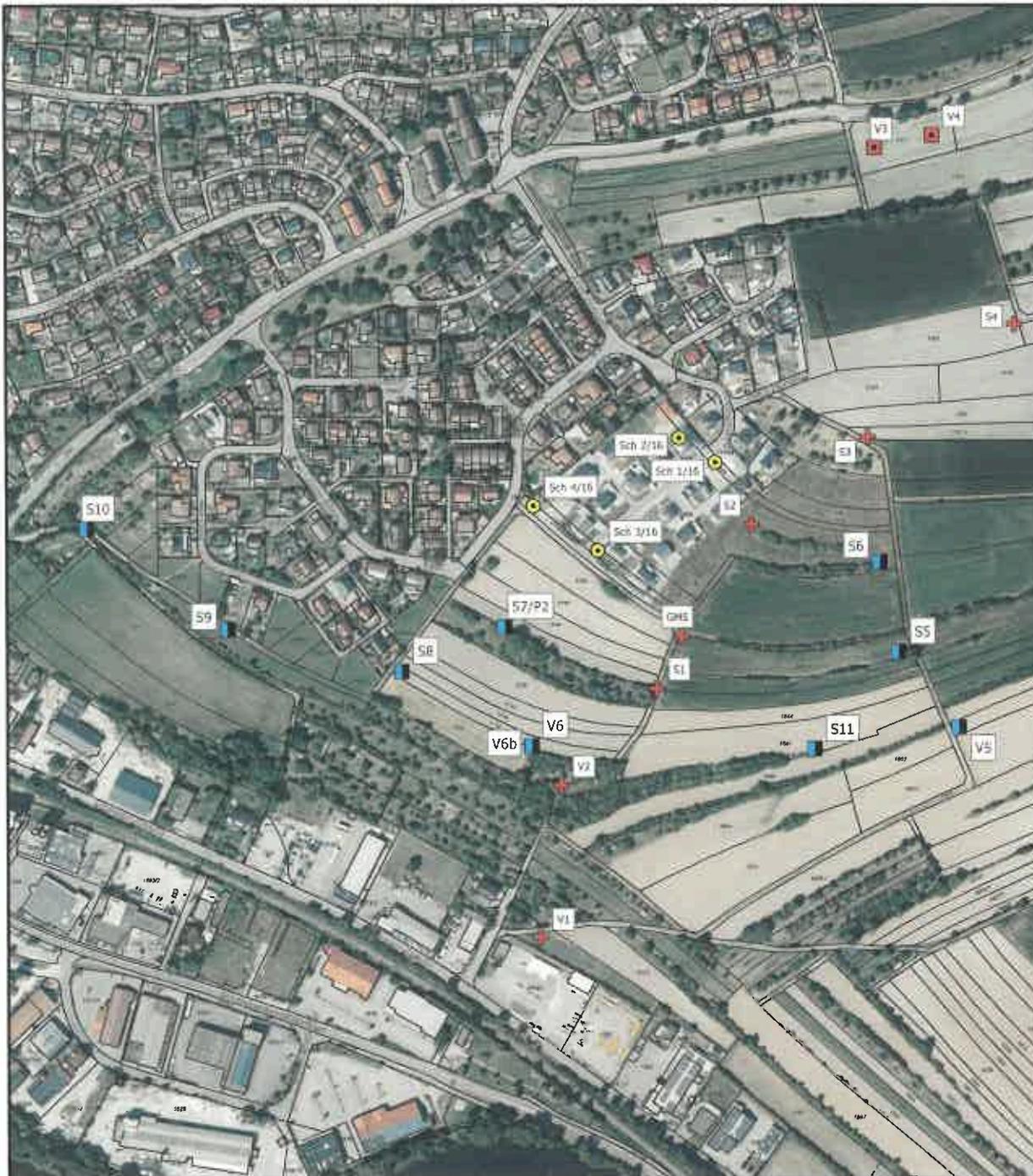


i. V. Daniel Lorch



i. A. Luca Schindler

Anlage 1: Lageplan der Sondierpunkte



-  Aufschlüsse (Altgutachten 2016)
-  Versickerungsversuche (2023)
-  Aufschlüsse (Gutachten 2022)
-  Bohrpunkte 2024



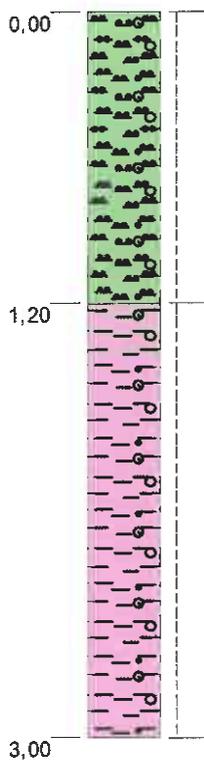
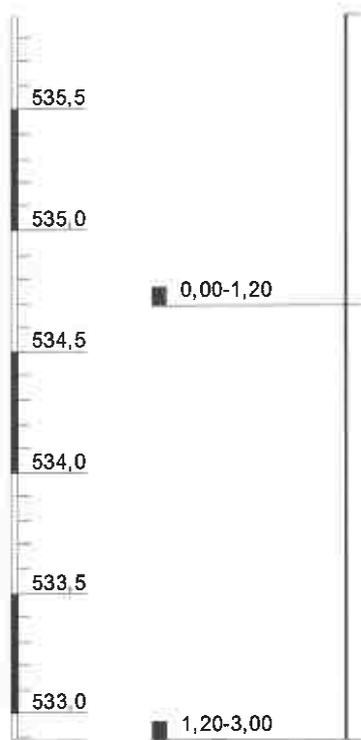
	Objekt Stadt Munderkingen Feiler II - 3. Erweiterung 89597 Munderkingen	Anlage 1 zu Bericht Nr.: 820024-023
	Ludwig-Erhard-Str.2 76275 Ettlingen Tel.: (07243)5888-0 Fax 5888-222	Lage der Bohrungen 0 75 150 Meter

Anlage 2: Sondierprofile nach DIN 4023

S 5

Bohransatzpunkt: 535,89 m+NHN

m+NHN



Schluff, kiesig, braun, kalkhaltig, steif, erdfeucht, leicht zu bohren, ohne auffälligen Geruch

Ton, kiesig, grau, kalkhaltig, steif, erdfeucht, leicht zu bohren, ohne auffälligen Geruch

Baugrunderkundung Munderkingen

RBS wave GmbH

Sondierprofil nach DIN 4023

WST-GmbH

Ely-Beinhorn-Str.6
69124 Eppelheim

Tel.: 06221 - 181780
Fax: 06221 - 181784

E-Mail: wst@wst-altlastenerkundung.de

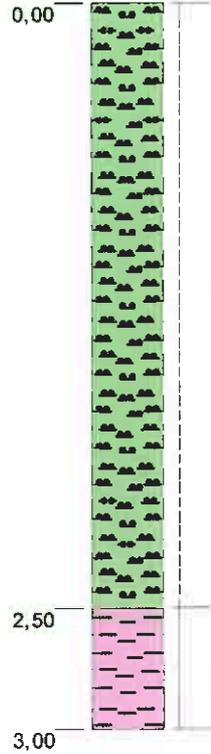
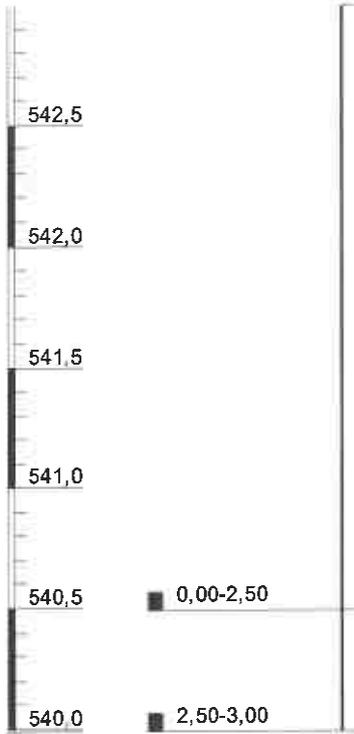
	Datum	Name	Projekt-Nr.: 240424
Gez.	11.04.2024	M. Böhm, M.Sc. Geow.iss.	Maßstab: 1:30 Blattgröße: DIN A4
Bearb.	05.04.2024	A. Pereyra, Dipl.-Geol.	
Gepr.			
Ges.			



S 6

Bohransatzpunkt: 542,99 m+NHN

m+NHN



Schluff, braun, kalkhaltig, steif, erdfeucht, leicht zu bohren, ohne auffälligen Geruch

Ton, grau, kalkhaltig, halbfest, trocken, mäßig schwer zu bohren, ohne auffälligen Geruch

Baugrunderkundung Munderkingen

RBS wave GmbH

Sondierprofil nach DIN 4023

	Datum	Name	Projekt-Nr.: 240424
Gez.	11.04.2024	M. Böhm, M.Sc. Geow.iss.	Maßstab: 1:30 Blattgröße: DIN A4
Bearb.	05.04.2024	A. Pereyra, Dipl.-Geol.	
Gepr.			
Ges.			



WST-GmbH

Ely-Beinhorn-Str.6
69124 Eppelheim

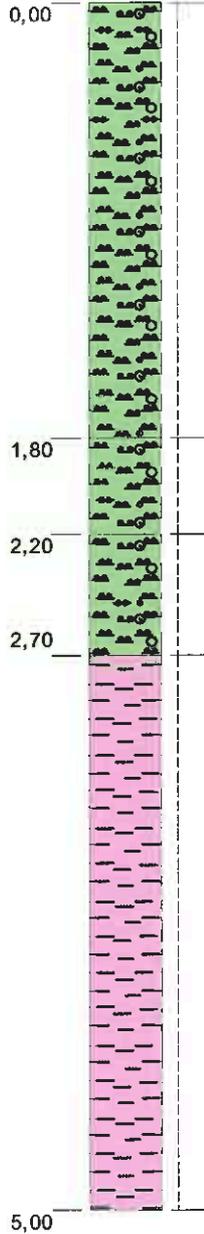
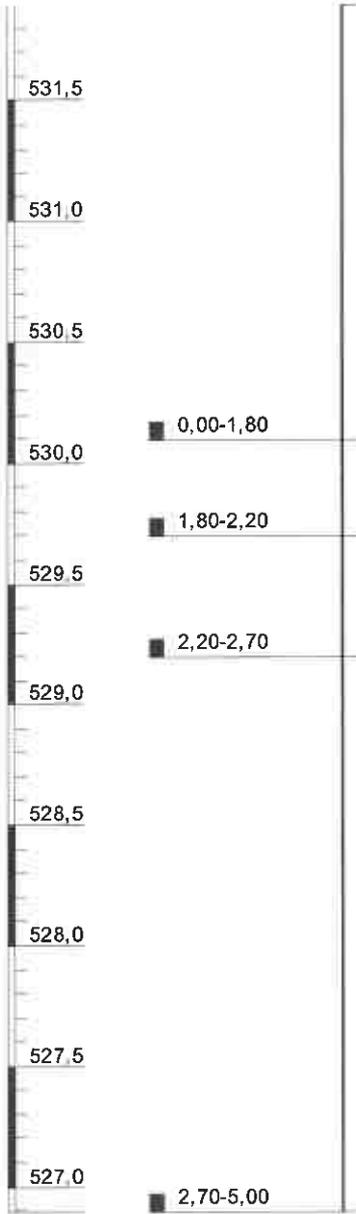
Tel.: 06221 - 181780
Fax: 06221 - 181784

E-Mail: wst@wst-atlas-tenerkundung.de

S 7

Bohransatzpunkt: 531,89 m+NHN

m+NHN



Schluff , kiesig, braun, kalkhaltig, steif , erdfeucht, leicht zu bohren, ohne auffälligen Geruch

Schluff, kiesig, hellgrau, kalkhaltig, steif, erdfeucht, leicht zu bohren, ohne auffälligen Geruch

Schluff , kiesig, braun, kalkhaltig, steif , feucht, leicht zu bohren, ohne auffälligen Geruch

Ton, grau, kalkhaltig, steif, erdfeucht, leicht zu bohren, ohne auffälligen Geruch

Baugrunderkundung Munderkingen

RBS wave GmbH

Sondierprofil nach DIN 4023

	Datum	Name	Projekt-Nr.: 240424
Gez.	11.04.2024	M. Böhm, M.Sc. Geow.iss.	Maßstab: 1:30 Blattgröße: DIN A4
Bearb.	04.04.2024	A. Pereyra, Dipl.-Geol.	
Gepr.			
Ges.			



WST-GmbH

Ely-Beinhorn-Str.6
69124 Eppelheim

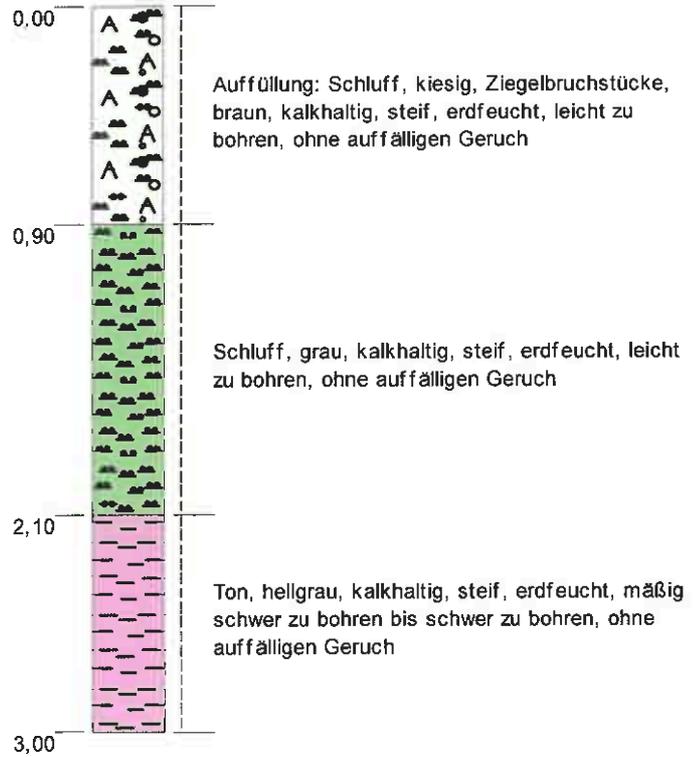
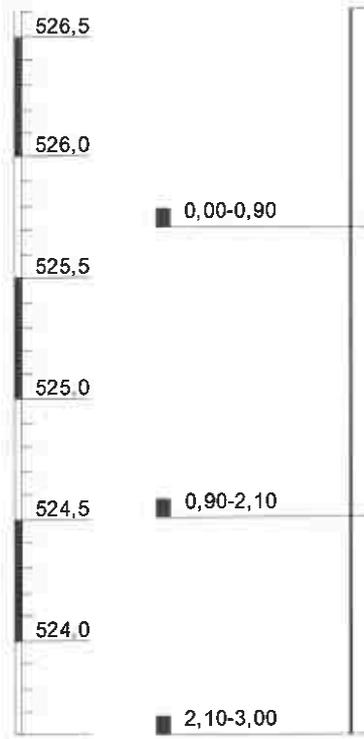
Tel.: 06221 - 181780
Fax: 06221 - 181784

E-Mail: wst@wst-atlas-enerkundung.de

S 8

Bohransatzpunkt: 526,61 m+NHN

m+NHN



Baugrunderkundung Munderkingen

RBS wave GmbH

Sondierprofil nach DIN 4023

	Datum	Name	Projekt-Nr.: 240424
Gez.	11.04.2024	M. Böhm, M.Sc. Geow.iss.	Maßstab: 1:30 Blattgröße: DIN A4
Bearb.	04.04.2024	A. Pereyra, Dipl.-Geol.	
Gepr.			
Ges.			

WST-GmbH

Ely-Beinhorn-Str.6
69124 Eppelheim

Tel.: 06221 - 181780
Fax: 06221 - 181784

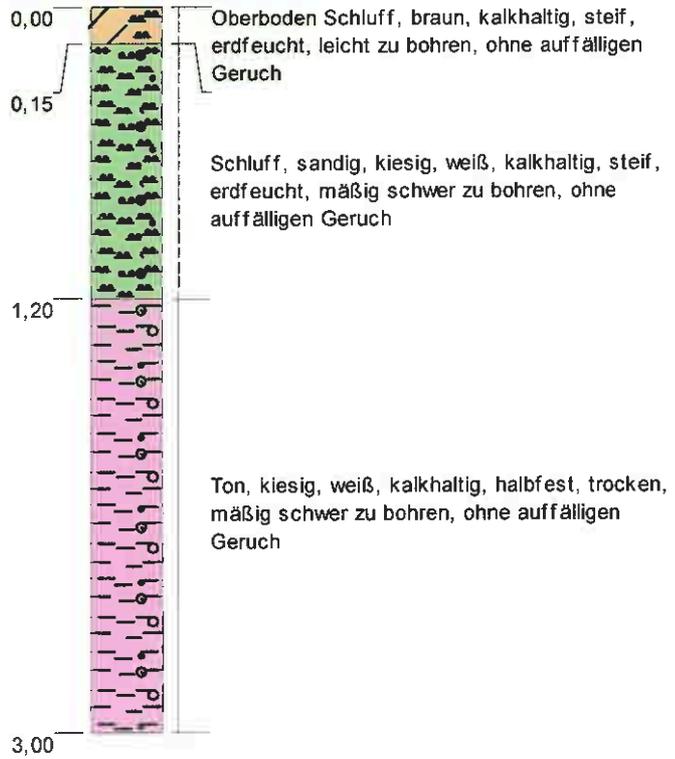
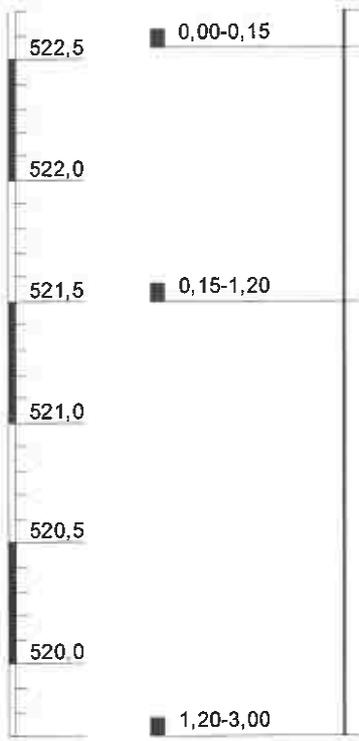
E-Mail: wst@wst-altlastenerkundung.de



S 9

Bohransatzpunkt: 522,70 m+NHN

m+NHN



Baugrunderkundung Munderkingen

RBS wave GmbH

Sondierprofil nach DIN 4023

	Datum	Name	Projekt-Nr.: 240424
Gez.	11.04.2024	M. Böhm, M.Sc. Geow.iss.	Maßstab: 1:30 Blattgröße: DIN A4
Bearb.	04.04.2024	A. Pereyra, Dipl.-Geol.	
Gep.			
Ges.			



WST-GmbH

Ely-Beinhorn-Str.6
69124 Eppelheim

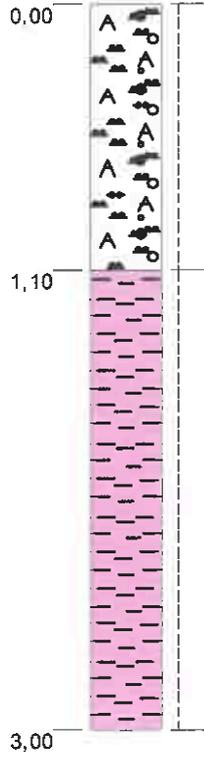
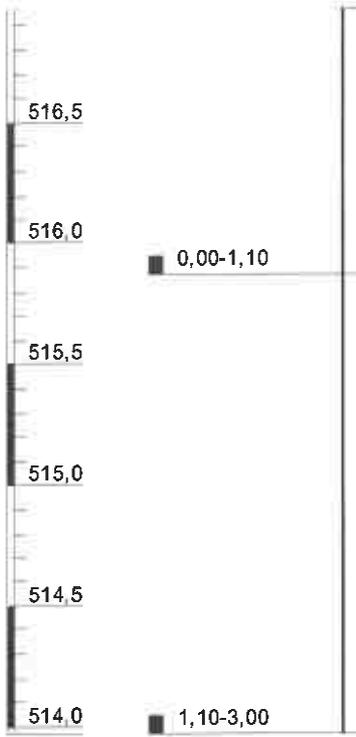
Tel.: 06221 - 181780
Fax: 06221 - 181784

E-Mail: wst@wst-altlastenerkundung.de

S 10

Bohransatzpunkt: 516,97 m+NHN

m+NHN



Auffüllung: Schluff, kiesig, grau, kalkhaltig, steif, erdfeucht, leicht zu bohren, ohne auffälligen Geruch

Ton, grau, kalkhaltig, steif, erdfeucht, mäßig schwer zu bohren, ohne auffälligen Geruch

Baugrunderkundung Munderkingen

RBS wave GmbH

Sondierprofil nach DIN 4023

	Datum	Name	Projekt-Nr.: 240424
Gez.	11.04.2024	M. Böhm, M.Sc. Geow.iss.	Maßstab: 1:30 Blattgröße: DIN A4
Bearb.	04.04.2024	A. Pereyra, Dipl.-Geol.	
Gepr.			
Ges.			

WST-GmbH

Ely-Beinhorn-Str.6
69124 Eppelheim

Tel.: 06221 - 181780
Fax: 06221 - 181784

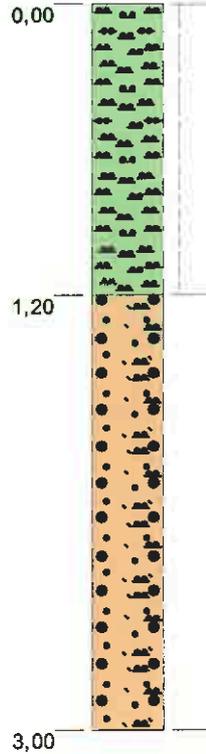
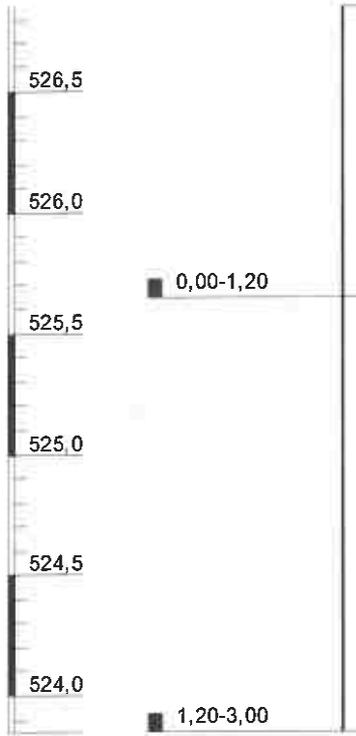
E-Mail: wst@wst-altlastenerkundung.de



S 11

Bohransatzpunkt: 526,85 m+NHN

m+NHN



Schluff, braun, kalkhaltig, steif, erdfeucht, leicht zu bohren, ohne auffälligen Geruch

Sand, schluffig, hellbraun, trocken, mäßig schwer zu bohren, ohne auffälligen Geruch

Baugrunderkundung Munderkingen

RBS wave GmbH

Sondierprofil nach DIN 4023

	Datum	Name	Projekt-Nr.: 240424
Gez.	11.04.2024	M. Böhm, M.Sc. Geow.iss.	Maßstab: 1:30 Blattgröße: DIN A4
Bearb.	05.04.2024	A. Pereyra, Dipl.-Geol.	
Gepr.			
Ges.			



WST-GmbH

Ely-Beinhorn-Str.6
69124 Eppelheim

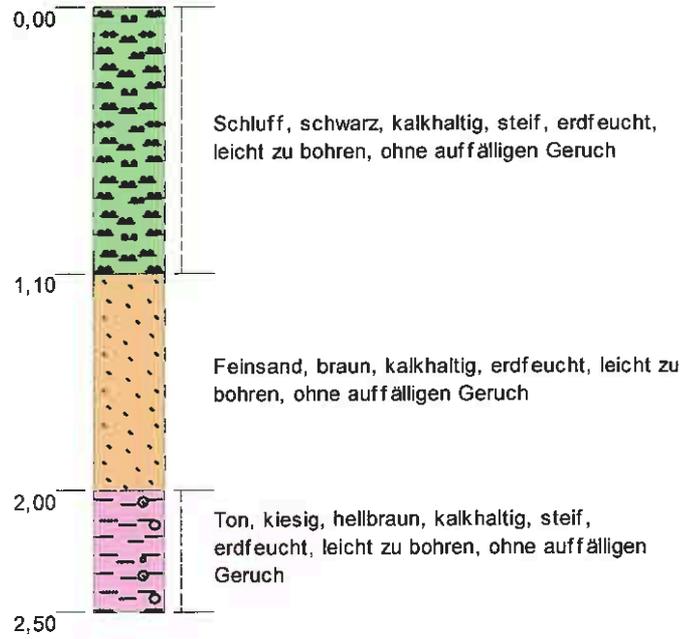
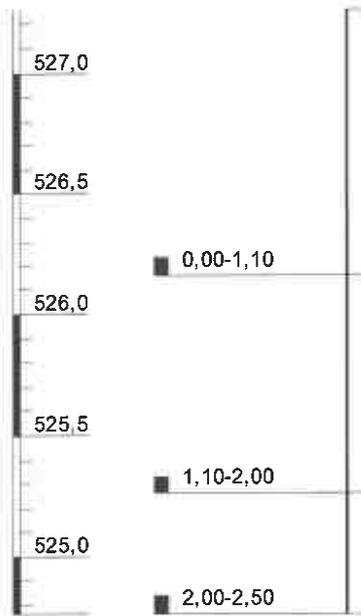
Tel: 06221 - 181780
Fax: 06221 - 181784

E-Mail: wst@wst-atlas-enerkundung.de

V 5

Bohransatzpunkt: 527,26 m+NHN

m+NHN



Baugrunderkundung Munderkingen

RBS wave GmbH

Sondierprofil nach DIN 4023

WST-GmbH

Ely-Beinhorn-Str.6
69124 Eppelheim

Tel.: 06221 - 181780
Fax: 06221 - 181784

E-Mail: wst@wst-atlastenerkundung.de

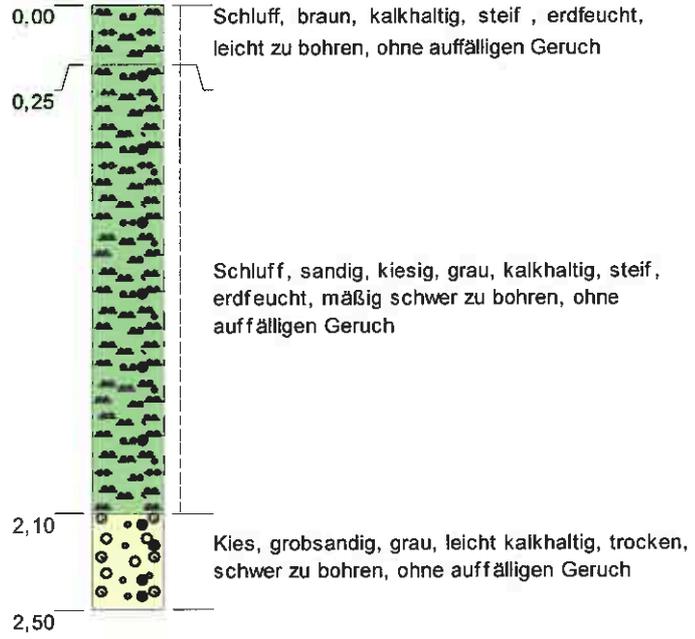
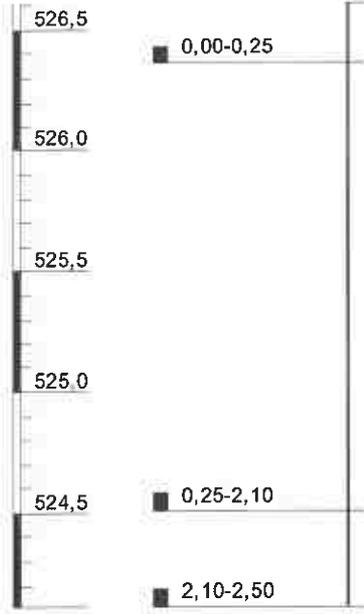


Datum	Name	Projekt-Nr.: 240424
Gez. 11.04.2024	M. Böhm, M.Sc. Geow.iss.	Maßstab: 1:30 Blattgröße: DIN A4
Bearb. 05.04.2024	A. Pereyra, Dipl.-Geol.	
Gepr.		
Ges.		

V 6

Bohransatzpunkt: 526,61 m+NHN

m+NHN



Baugrunderkundung Munderkingen

RBS wave GmbH

Sondierprofil nach DIN 4023

	Datum	Name	Projekt-Nr.: 240424
Gez.	11.04.2024	M. Böhm, M.Sc. Geow.iss.	Maßstab: 1:30 Blattgröße: DIN A4
Bearb.	05.04.2024	A. Pereyra, Dipl.-Geol.	
Gepr.			
Ges.			

WST-GmbH

Ely-Beinhorn-Str.6
69124 Eppelheim

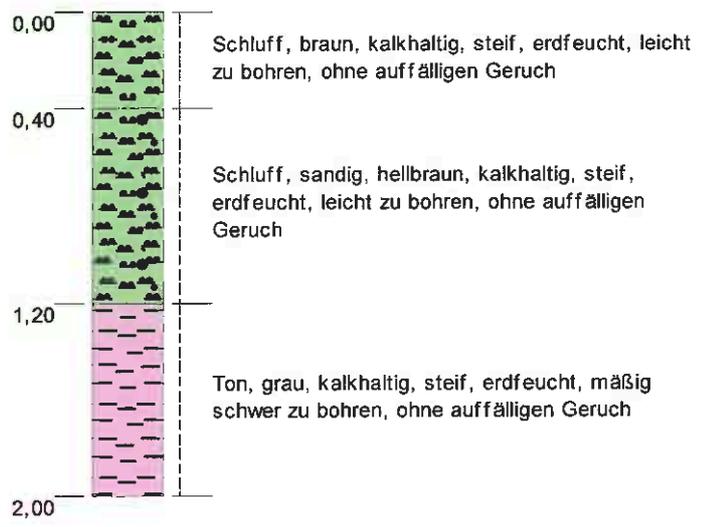
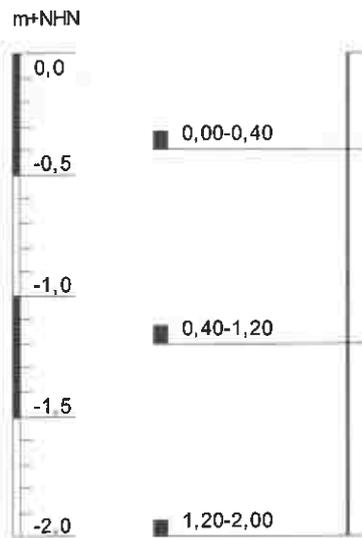
Tel.: 06221 - 181780
Fax: 06221 - 181784

E-Mail: wst@wst-altlastenerkundung.de



V 6b

Bohransatzpunkt: m+NHN



Baugrunderkundung Munderkingen

RBS wave GmbH

Sondierprofil nach DIN 4023

	Datum	Name	Projekt-Nr.: 240424
Gez.	11.04.2024	M. Böhm, M.Sc. Geow.iss.	Maßstab: 1:30 Blattgröße: DIN A4
Bearb.	05.04.2024	A. Pereyra, Dipl.-Geol.	
Gepr.			
Ges.			

WST-GmbH
 Ely-Beinhorn-Str.6
 69124 Eppelheim
 Tel.: 06221 - 181780
 Fax: 06221 - 181784
 E-Mail: wst@st-atlas-enerkundung.de

WST - Umweltgeol. und Hydrogeol. Erkundungen GmbH
 WST - GmbH
 Reg. MA 335940

Anlage 3: Schichtenverzeichnisse nach DIN 4022

Name des Unternehmens: WST GmbH
 Name des Auftraggebers: RBS wave GmbH
 Bohrverfahren: Rammkernsondierung Datum: 05.04.2024
 Durchmesser: 80/60 mm Neigung: 0,0 °
Projektbezeichnung: Baugrunderkundung Munderkingen

**Schichtenverzeichnis nach
 ISO 14688-1 und ISO 14689-1**



Seite: 1 von 10

Aufschluss: S 5

Projekt-Nr.: 240424

Name / Unterschrift des Technikers: A. Pereyra, Dipl.-Geol.

Bohransatzpunkt: = 535,89 m +NHN

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis (m)	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalkgehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr. - Tiefe (m)	Bemerkungen: - Wasserführung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
1,20	Schluff, kiesig	braun kalkhaltig	steif, erdfeucht	leicht zu bohren	0,00 - 1,20	ohne auffälligen Geruch
3,00	Ton, kiesig	grau kalkhaltig	steif, erdfeucht	leicht zu bohren	1,20 - 3,00	ohne auffälligen Geruch

Name des Unternehmens: WST GmbH
 Name des Auftraggebers: RBS wave GmbH
 Bohrverfahren: Rammkernsondierung Datum: 05.04.2024
 Durchmesser: 80/60 mm Neigung: 0,0 °
Projektbezeichnung: Baugrunderkundung Munderkingen

**Schichtenverzeichnis nach
 ISO 14688-1 und ISO 14689-1**



Seite: 2 von 10

Aufschluss: S 6

Projekt-Nr.: 240424

Name / Unterschrift des Technikers: A. Pereyra, Dipl.-Geol.

Bohransatzpunkt: = 542,99 m +NHN

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis (m)	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalkgehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr. - Tiefe (m)	Bemerkungen: - Wasserführung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
2,50	Schluff	braun kalkhaltig	steif, erdfeucht	leicht zu bohren	0,00 - 2,50	ohne auffälligen Geruch
3,00	Ton	grau kalkhaltig	halbfest, trocken	mäßig schwer zu bohren	2,50 - 3,00	ohne auffälligen Geruch

Name des Unternehmens: WST GmbH
 Name des Auftraggebers: RBS wave GmbH
 Bohrverfahren: Rammkernsondierung Datum: 04.04.2024
 Durchmesser: 80/60 mm Neigung: 0,0 °
Projektbezeichnung: Baugrunderkundung Munderkingen

**Schichtenverzeichnis nach
 ISO 14688-1 und ISO 14689-1**



Seite: 3 von 10

Aufschluss: S 7

Projekt-Nr.: 240424

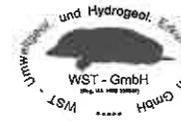
Name / Unterschrift des Technikers: A. Pereyra, Dipl.-Geol.

Bohransatzpunkt: = 531,89 m +NHN

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis (m)	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalkgehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr. - Tiefe (m)	Bemerkungen: - Wasserführung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
1,80	Auffüllung? Schluff, kiesig	braun kalkhaltig	steif, erdfeucht	leicht zu bohren	0,00 - 1,80	ohne auffälligen Geruch
2,20	Auffüllung? Schluff, kiesig	hellgrau kalkhaltig	steif, erdfeucht	leicht zu bohren	1,80 - 2,20	ohne auffälligen Geruch
2,70	Auffüllung? Schluff, kiesig	braun kalkhaltig	steif, feucht	leicht zu bohren	2,20 - 2,70	ohne auffälligen Geruch
5,00	Ton	grau kalkhaltig	steif, erdfeucht	leicht zu bohren	2,70 - 5,00	ohne auffälligen Geruch

Name des Unternehmens: WST GmbH
 Name des Auftraggebers: RBS wave GmbH
 Bohrverfahren: Rammkernsondierung Datum: 04.04.2024
 Durchmesser: 80/60 mm Neigung: 0,0 °
Projektbezeichnung: Baugrunderkundung Munderkingen

**Schichtenverzeichnis nach
 ISO 14688-1 und ISO 14689-1**



Seite: 4 von 10

Aufschluss: S 8

Projekt-Nr.: 240424

Name / Unterschrift des Technikers: A. Pereyra, Dipl.-Geol.

Bohransatzpunkt: = 526,61 m +NHN

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis (m)	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalkgehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr. - Tiefe (m)	Bemerkungen: - Wasserführung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,90	Auffüllung: Schluff, kiesig, Ziegelbruchstücke	braun kalkhaltig	steif, erdfeucht	leicht zu bohren	0,00 - 0,90	ohne auffälligen Geruch
2,10	Schluff	grau kalkhaltig	steif, erdfeucht	leicht zu bohren	0,90 - 2,10	ohne auffälligen Geruch
3,00	Ton	hellgrau kalkhaltig	steif, erdfeucht	mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren	2,10 - 3,00	ohne auffälligen Geruch

Name des Unternehmens: WST GmbH
 Name des Auftraggebers: RBS wave GmbH
 Bohrverfahren: Rammkernsondierung Datum: 04.04.2024
 Durchmesser: 80/60 mm Neigung: 0,0 °
Projektbezeichnung: Baugrunderkundung Munderkingen

**Schichtenverzeichnis nach
 ISO 14688-1 und ISO 14689-1**



Seite: 5 von 10

Aufschluss: S 9

Projekt-Nr.: 240424

Name / Unterschrift des Technikers: A. Pereyra, Dipl.-Geol.

Bohransatzpunkt: = 522,70 m +NHN

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis (m)	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalkgehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr. - Tiefe (m)	Bemerkungen: - Wasserführung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kerlänge
0,15	Oberboden Schluff	braun kalkhaltig	steif, erdfeucht	leicht zu bohren	0,00 - 0,15	ohne auffälligen Geruch
1,20	Schluff, sandig, kiesig	weiß kalkhaltig	steif, erdfeucht	mäßig schwer zu bohren	0,15 - 1,20	ohne auffälligen Geruch
3,00	Ton, kiesig	weiß kalkhaltig	halbfest, trocken	mäßig schwer zu bohren	1,20 - 3,00	ohne auffälligen Geruch

Name des Unternehmens: WST GmbH
 Name des Auftraggebers: RBS wave GmbH
 Bohrverfahren: Rammkernsondierung Datum: 04.04.2024
 Durchmesser: 80/60 mm Neigung: 0,0 °
 Projektbezeichnung: Baugrunderkundung Munderkingen

**Schichtenverzeichnis nach
 ISO 14688-1 und ISO 14689-1**



Seite: 6 von 10
 Aufschluss: S 10
 Projekt-Nr.: 240424
 Bohransatzpunkt: = 516,97 m +NHN

Name / Unterschrift des Technikers: A. Pereyra, Dipl.-Geol.

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis (m)	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalkgehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr. - Tiefe (m)	Bemerkungen: - Wasserführung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
1,10	Auffüllung: Schluff, kiesig	grau kalkhaltig	steif, erdfeucht	leicht zu bohren	0,00 - 1,10	ohne auffälligen Geruch
3,00	Ton	grau kalkhaltig	steif, erdfeucht	mäßig schwer zu bohren	1,10 - 3,00	ohne auffälligen Geruch

Name des Unternehmens: WST GmbH
 Name des Auftraggebers: RBS wave GmbH
 Bohrverfahren: Rammkernsondierung Datum: 05.04.2024
 Durchmesser: 80/60 mm Neigung: 0,0 °
Projektbezeichnung: Baugrunderkundung Munderkingen

**Schichtenverzeichnis nach
 ISO 14688-1 und ISO 14689-1**



Seite: 7 von 10

Aufschluss: S 11

Projekt-Nr.: 240424

Name / Unterschrift des Technikers: A. Pereyra, Dipl.-Geol.

Bohransatzpunkt: = 526,85 m +NHN

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis (m)	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalkgehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr. - Tiefe (m)	Bemerkungen: - Wasserführung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
1,20	Schluff	braun kalkhaltig	steif, erdflecht	leicht zu bohren	0,00 - 1,20	ohne auffälligen Geruch
3,00	Sand, schluffig	hellbraun	trocken	mäßig schwer zu bohren	1,20 - 3,00	ohne auffälligen Geruch

Name des Unternehmens: WST GmbH
 Name des Auftraggebers: RBS wave GmbH
 Bohrverfahren: Rammkernsondierung Datum: 05.04.2024
 Durchmesser: 80/60 mm Neigung: 0,0 °
Projektbezeichnung: Baugrunderkundung Munderkingen

**Schichtenverzeichnis nach
 ISO 14688-1 und ISO 14689-1**



Seite: 8 von 10

Aufschluss: V 5

Projekt-Nr.: 240424

Name / Unterschrift des Technikers: A. Pereyra, Dipl.-Geol.

Bohransatzpunkt: = 527,26 m +NHN

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis (m)	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalkgehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr. - Tiefe (m)	Bemerkungen: - Wasserführung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
1,10	Schluff	schwarz kalkhaltig	steif, erdfeucht	leicht zu bohren	0,00 - 1,10	ohne auffälligen Geruch
2,00	Feinsand	braun kalkhaltig	erdfeucht	leicht zu bohren	1,10 - 2,00	ohne auffälligen Geruch
2,50	Ton, kiesig	hellbraun kalkhaltig	steif, erdfeucht	leicht zu bohren	2,00 - 2,50	ohne auffälligen Geruch

Name des Unternehmens: WST GmbH
 Name des Auftraggebers: RBS wave GmbH
 Bohrverfahren: Rammkernsondierung Datum: 05.04.2024
 Durchmesser: 80/60 mm Neigung: 0,0 °
Projektbezeichnung: Baugrunderkundung Munderkingen

**Schichtenverzeichnis nach
 ISO 14688-1 und ISO 14689-1**



Seite: 9 von 10

Aufschluss: V 6

Projekt-Nr.: 240424

Name / Unterschrift des Technikers: A. Pereyra, Dipl.-Geol.

Bohransatzpunkt: = 526,61 m +NHN

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis (m)	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalkgehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr. - Tiefe (m)	Bemerkungen: - Wasserführung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,25	Auffüllung? Schluff	braun kalkhaltig	steif, erdfeucht	leicht zu bohren	0,00 - 0,25	ohne auffälligen Geruch
2,10	Schluff, sandig, kiesig	grau kalkhaltig	steif, erdfeucht	mäßig schwer zu bohren	0,25 - 2,10	ohne auffälligen Geruch
2,50	Kies, grobsandig	grau leicht kalkhaltig	trocken	schwer zu bohren	2,10 - 2,50	ohne auffälligen Geruch

Name des Unternehmens: WST GmbH
 Name des Auftraggebers: RBS wave GmbH
 Bohrverfahren: Rammkernsondierung Datum: 05.04.2024
 Durchmesser: 80/60 mm Neigung: 0,0 °
Projektbezeichnung: Baugrunderkundung Munderkingen

**Schichtenverzeichnis nach
 ISO 14688-1 und ISO 14689-1**



Seite: 10 von 10

Aufschluss: V 6b

Projekt-Nr.: 240424

Name / Unterschrift des Technikers: A. Pereyra, Dipl.-Geol.

Bohransatzpunkt: = m +NHN

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis (m)	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalkgehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr. - Tiefe (m)	Bemerkungen: - Wasserführung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,40	Schluff	braun kalkhaltig	steif, erdfeucht	leicht zu bohren	0,00 - 0,40	ohne auffälligen Geruch
1,20	Schluff, sandig	hellbraun kalkhaltig	steif, erdfeucht	leicht zu bohren	0,40 - 1,20	ohne auffälligen Geruch
2,00	Ton	grau kalkhaltig	steif, erdfeucht	mäßig schwer zu bohren	1,20 - 2,00	ohne auffälligen Geruch

Anlage 4: Umwelttechnische Analyseergebnisse

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

RBS wave GmbH
 Ludwig-Erhard-Straße 2
 76275 Ettlingen

Datum 06.05.2024
 Kundennr. 27069179

PRÜFBERICHT

Auftrag	3544743 EG Feiler II Munderkingen Baugrund 2024 // Hr. Schindler
Analysennr.	456789 Bodenmaterial/Baggergut
Rechnungsnehmer	27064886 RBS wave GmbH
Projekt	311522 Rahmenvertrag CTR001123
Probeneingang	22.04.2024
Probenahme	18.04.2024
Probenehmer	Auftraggeber (WST GmbH)
Kunden-Probenbezeichnung	MP Boden 1

Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
---------	----------	-----------	---------

Feststoff

Analyse in der Fraktion < 2mm				DIN 19747 : 2009-07
Fraktion < 2 mm (Wägung)	%	42,1	0,1	DIN 19747 : 2009-07
Masse Laborprobe	kg	5,00	0,001	DIN 19747 : 2009-07
Trockensubstanz	%	82,9	0,1	DIN EN 15934 : 2012-11
Wassergehalt	%	17,1		Berechnung aus dem Messwert
Kohlenstoff(C) organisch (TOC)	%	0,52	0,1	DIN EN 15936 : 2012-11
EOX	mg/kg	<0,30	0,3	DIN 38414-17 : 2017-01
Königswasseraufschluß				DIN EN 13657 : 2003-01
Arsen (As)	mg/kg	5,7	0,8	DIN EN 16171 : 2017-01
Blei (Pb)	mg/kg	12	2	DIN EN 16171 : 2017-01
Cadmium (Cd)	mg/kg	<0,13	0,13	DIN EN 16171 : 2017-01
Chrom (Cr)	mg/kg	25	1	DIN EN 16171 : 2017-01
Kupfer (Cu)	mg/kg	15	1	DIN EN 16171 : 2017-01
Nickel (Ni)	mg/kg	24	1	DIN EN 16171 : 2017-01
Quecksilber (Hg)	mg/kg	<0,05	0,05	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Thallium (Tl)	mg/kg	0,2	0,1	DIN EN 16171 : 2017-01
Zink (Zn)	mg/kg	43	6	DIN EN 16171 : 2017-01
Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC)	mg/kg	<50	50	DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg	<50	50	DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09
Naphthalin	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthylen	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthen	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoren	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Phenanthren	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Anthracen	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoranthen	mg/kg	<0,050 (+)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Pyren	mg/kg	<0,050 (+)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)anthracen	mg/kg	<0,050 (+)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Chrysen	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05

AGROLAB Labor GmbH

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



Datum 06.05.2024
 Kundennr. 27069179

PRÜFBERICHT

Auftrag **3544743 EG Feiler II Munderkingen Baugrund 2024 // Hr. Schindler**
 Analysennr. **456789 Bodenmaterial/Baggergut**
 Kunden-Probenbezeichnung **MP Boden 1**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
<i>Benzo(a)pyren</i>	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
<i>Dibenzo(ah)anthracen</i>	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
<i>Benzo(ghi)perylen</i>	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
<i>Indeno(1,2,3-cd)pyren</i>	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
PAK EPA Summe gem. ErsatzbaustoffV	mg/kg	<1,0 #5)	1	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PAK EPA Summe gem. BBodSchV 2021	mg/kg	<1,0 x)	1	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
<i>PCB (28)</i>	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
<i>PCB (52)</i>	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
<i>PCB (101)</i>	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
<i>PCB (118)</i>	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
<i>PCB (138)</i>	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
<i>PCB (153)</i>	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
<i>PCB (180)</i>	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB 7 Summe gem. ErsatzbaustoffV	mg/kg	<0,010 #5)	0,01	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021	mg/kg	<0,010 x)	0,01	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

Eluat

Eluatanalyse in der Fraktion <32 mm				DIN 19529 : 2015-12
Fraktion < 32 mm	%	100	0,1	DIN 19747 : 2009-07
Fraktion > 32 mm	%	<0,1	0,1	Berechnung aus dem Messwert
Eluat (DIN 19529)				DIN 19529 : 2015-12
Temperatur Eluat	°C	20,0	0	DIN 38404-4 : 1976-12
pH-Wert		8,0	0	DIN EN ISO 10523 : 2012-04
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	235	10	DIN EN 27888 : 1993-11
Sulfat (SO4)	mg/l	2,9	2	DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
Arsen (As)	µg/l	<2,5	2,5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Blei (Pb)	µg/l	<1	1	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Cadmium (Cd)	µg/l	<0,25	0,25	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Chrom (Cr)	µg/l	<1,0	1	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Kupfer (Cu)	µg/l	<5	5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Nickel (Ni)	µg/l	<5	5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Quecksilber (Hg)	µg/l	<0,025	0,025	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Thallium (Tl)	µg/l	<0,06	0,06	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Zink (Zn)	µg/l	<30	30	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Trübung nach GF-Filtration	NTU	10	0,1	DIN EN ISO 7027 : 2000-04
<i>PCB (28)</i>	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
<i>PCB (52)</i>	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
<i>PCB (101)</i>	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
<i>PCB (118)</i>	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
<i>PCB (138)</i>	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
<i>PCB (153)</i>	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
<i>PCB (180)</i>	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
PCB 7 Summe gem. ErsatzbaustoffV	µg/l	<0,0030 #5)	0,003	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	<0,0030 x)	0,003	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

Datum 06.05.2024
 Kundennr. 27069179

PRÜFBERICHT

Auftrag **3544743 EG Feiler II Munderkingen Baugrund 2024 // Hr. Schindler**
 Analysennr. **456789 Bodenmaterial/Baggergut**
 Kunden-Probenbezeichnung **MP Boden 1**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
Naphthalin	µg/l	0,019 ^{va)}	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
1-Methylnaphthalin	µg/l	<0,010 (+)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
2-Methylnaphthalin	µg/l	<0,010 (+)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Acenaphthylen	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Acenaphthen	µg/l	<0,010 (+)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoren	µg/l	<0,010 (+)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Phenanthren	µg/l	0,041 ^{va)}	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Anthracen	µg/l	0,010 ^{va)}	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoranthen	µg/l	0,067 ^{va)}	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Pyren	µg/l	0,052 ^{va)}	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)anthracen	µg/l	0,043 ^{va)}	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Chrysen	µg/l	0,037 ^{va)}	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(b)fluoranthen	µg/l	0,043 ^{va)}	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(k)fluoranthen	µg/l	0,017 ^{va)}	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)pyren	µg/l	0,033 ^{va)}	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Dibenzo(ah)anthracen	µg/l	<0,010 (NWG) ^{m)}	0,02	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(ghi)perylene	µg/l	0,025 ^{va)}	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	0,027 ^{va)}	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Naphthalin/Methylnaph.-Summe gem. ErsatzbaustoffV	µg/l	<0,050 ^{#5)}	0,05	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PAK 15 Summe gem. ErsatzbaustoffV	µg/l	0,41 ^{#5)}	0,05	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Naphthalin/Methylnaph.-Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	<0,050 ^{x)}	0,05	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PAK 15 Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	0,40 ^{x)}	0,05	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

x) Einzelwerte, die die Nachweis- oder Bestimmungsgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt.
 #5) Einzelwerte, die die Nachweisgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt. Bei Einzelwerten, die zwischen Nachweis- und Bestimmungsgrenze liegen, wurde die halbe Bestimmungsgrenze zur Berechnung zugrunde gelegt.
 m) Die Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da Matrixeffekte bzw. Substanzüberlagerungen eine Quantifizierung erschweren.
 va) Die Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da die vorliegende Konzentration erforderte, die Probe in den gerätespezifischen Arbeitsbereich zu verdünnen.
 Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.
 Das Zeichen "<...(NWG)" oder n.n. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Nachweisgrenze nicht nachzuweisen.
 Das Zeichen "<...(+) " in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter wurde im Bereich zwischen Nachweisgrenze und Bestimmungsgrenze qualitativ nachgewiesen.
 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.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Anmerkung zur Messung nach DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07:

Für die Messung wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Anmerkung zur Messung nach DIN EN ISO 10523 : 2012-04:

Für die Messung wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (0)8765 93996-28
www.agrolab.de



Datum 06.05.2024
Kundennr. 27069179

PRÜFBERICHT

Auftrag **3544743 EG Feiler II Munderkingen Baugrund 2024 // Hr. Schindler**
Analysennr. **456789 Bodenmaterial/Baggergut**
Kunden-Probenbezeichnung **MP Boden 1**

Anmerkung zur Messung nach DIN EN ISO 12846 : 2012-08:

Für die Messung wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels 30%iger Salzsäure stabilisiert.

Anmerkung zur Messung nach DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01:

Für die Messung wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels konzentrierter Salpetersäure stabilisiert.

Anmerkung zur Messung nach DIN EN ISO 7027 : 2000-04:

Für die Messung wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Anmerkung zur Messung nach DIN EN 27888 : 1993-11:

Für die Messung wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur Messung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Anmerkung zur Messung nach DIN EN 38404-4 : 1976-12:

Für die Messung wurde das erstellte Eluat/Perkolat nicht stabilisiert.

Anmerkung zur Messung nach DIN 38407-37 : 2013-11:

Für die Messung wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Anmerkung zur Messung nach DIN 38407-39 : 2011-09:

Für die Messung wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Anmerkung zur Bestimmung der Kohlenwasserstoffe gem. DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09:

Das Probenmaterial wurde mittels Schütteln extrahiert und über eine Florisilsäule aufgereinigt.

Für die Eluaterstellung wurden je Ansatz 350 g Trockenmasse +/- 5g mit 700 ml deionisiertem Wasser versetzt und über einen Zeitraum von 24h bei 5 Umdrehungen pro Minute im Überkopfschüttler eluiert. Bei Bedarf werden mehrere Ansätze parallel eluiert. Die Fest-/Flüssigphasentrennung erfolgte für hydrophile Stoffe gemäß Zentrifugation/Membranfiltration, für hydrophobe Stoffe gemäß Zentrifugation/Glasfaserfiltration.

Beginn der Prüfungen: 23.04.2024

Ende der Prüfungen: 02.05.2024

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. Das Laboratorium ist nicht für die vom Kunden bereitgestellten Informationen verantwortlich. Die ggf. im vorliegenden Prüfbericht dargestellten Kundeninformationen unterliegen nicht der Akkreditierung des Laboratoriums und können sich auf die Validität der Prüfergebnisse auswirken. 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, Philipp Schaffler, Tel. 08765/93996-600
serviceteam3.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.

AG Landshut
HRB 7131
Ust/VAT-Id-Nr.:
DE 128 944 188

Geschäftsführer
Dr. Carlo C. Peich
Dr. Paul Wimmer
Dr. Torsten Zumühl



Seite 4 von 4

Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14289-01-00

AGROLAB Labor GmbH

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



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

RBS wave GmbH
 Ludwig-Erhard-Straße 2
 76275 Ettlingen

Datum 06.05.2024
 Kundennr. 27069179

PRÜFBERICHT

Auftrag	3544743 EG Feiler II Munderkingen Baugrund 2024 // Hr. Schindler
Analysenr.	456790 Bodenmaterial/Baggergut
Rechnungsnehmer	27064886 RBS wave GmbH
Projekt	311522 Rahmenvertrag CTR001123
Probeneingang	22.04.2024
Probenahme	18.04.2024
Probenehmer	Auftraggeber (WST GmbH)
Kunden-Probenbezeichnung	MP Boden 2

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
Feststoff				
Analyse in der Fraktion < 2mm				DIN 19747 : 2009-07
Fraktion < 2 mm (Wägung)	%	74,4	0,1	DIN 19747 : 2009-07
Masse Laborprobe	kg	6,20	0,001	DIN 19747 : 2009-07
Trockensubstanz	%	83,7	0,1	DIN EN 15934 : 2012-11
Wassergehalt	%	16,3		Berechnung aus dem Messwert
Kohlenstoff(C) organisch (TOC)	%	0,1	0,1	DIN EN 15936 : 2012-11
EOX	mg/kg	<0,30	0,3	DIN 38414-17 : 2017-01
Königswasseraufschluß				DIN EN 13657 : 2003-01
Arsen (As)	mg/kg	4,1	0,8	DIN EN 16171 : 2017-01
Blei (Pb)	mg/kg	13	2	DIN EN 16171 : 2017-01
Cadmium (Cd)	mg/kg	0,13	0,13	DIN EN 16171 : 2017-01
Chrom (Cr)	mg/kg	40	1	DIN EN 16171 : 2017-01
Kupfer (Cu)	mg/kg	19	1	DIN EN 16171 : 2017-01
Nickel (Ni)	mg/kg	36	1	DIN EN 16171 : 2017-01
Quecksilber (Hg)	mg/kg	<0,05	0,05	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Thallium (Tl)	mg/kg	0,3	0,1	DIN EN 16171 : 2017-01
Zink (Zn)	mg/kg	50	6	DIN EN 16171 : 2017-01
Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC)	mg/kg	<50	50	DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg	<50	50	DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09
Naphthalin	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthylen	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthen	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoren	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Phenanthren	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Anthracen	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoranthen	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Pyren	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)anthracen	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Chrysen	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05

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

AG Landshut
 HRB 7131
 Ust/VAT-Id-Nr.:
 DE 128 944 188

Geschäftsführer
 Dr. Carlo C. Peich
 Dr. Paul Wimmer
 Dr. Torsten Zurmühl



AGROLAB Labor GmbH

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



Datum 06.05.2024
 Kundennr. 27069179

PRÜFBERICHT

Auftrag **3544743 EG Feiler II Munderkingen Baugrund 2024 // Hr. Schindler**
 Analysennr. **456790 Bodenmaterial/Baggergut**
 Kunden-Probenbezeichnung **MP Boden 2**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
<i>Benzo(a)pyren</i>	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
<i>Dibenzo(ah)anthracen</i>	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
<i>Benzo(ghi)perylen</i>	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
<i>Indeno(1,2,3-cd)pyren</i>	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
PAK EPA Summe gem. ErsatzbaustoffV	mg/kg	<1,0 #5)	1	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PAK EPA Summe gem. BBodSchV 2021	mg/kg	<1,0 x)	1	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
<i>PCB (28)</i>	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
<i>PCB (52)</i>	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
<i>PCB (101)</i>	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
<i>PCB (118)</i>	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
<i>PCB (138)</i>	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
<i>PCB (153)</i>	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
<i>PCB (180)</i>	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB 7 Summe gem. ErsatzbaustoffV	mg/kg	<0,010 #5)	0,01	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021	mg/kg	<0,010 x)	0,01	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

Eluat

Eluatanalyse in der Fraktion <32 mm				DIN 19529 : 2015-12
Fraktion < 32 mm	%	• 100	0,1	DIN 19747 : 2009-07
Fraktion > 32 mm	%	• <0,1	0,1	Berechnung aus dem Messwert
Eluat (DIN 19529)		•		DIN 19529 : 2015-12
Temperatur Eluat	°C	19,8	0	DIN 38404-4 : 1976-12
pH-Wert		8,1	0	DIN EN ISO 10523 : 2012-04
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	134	10	DIN EN 27888 : 1993-11
Sulfat (SO4)	mg/l	3,4	2	DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
Arsen (As)	µg/l	<2,5	2,5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Blei (Pb)	µg/l	<1	1	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Cadmium (Cd)	µg/l	<0,25	0,25	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Chrom (Cr)	µg/l	<1,0	1	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Kupfer (Cu)	µg/l	<5	5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Nickel (Ni)	µg/l	<5	5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Quecksilber (Hg)	µg/l	<0,025	0,025	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Thallium (Tl)	µg/l	<0,06	0,06	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Zink (Zn)	µg/l	<30	30	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Trübung nach GF-Filtration	NTU	7,4	0,1	DIN EN ISO 7027 : 2000-04
<i>PCB (28)</i>	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
<i>PCB (52)</i>	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
<i>PCB (101)</i>	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
<i>PCB (118)</i>	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
<i>PCB (138)</i>	µg/l	<0,0020 w)	0,002	DIN 38407-37 : 2013-11
<i>PCB (153)</i>	µg/l	<0,0020 w)	0,002	DIN 38407-37 : 2013-11
<i>PCB (180)</i>	µg/l	<0,0020 w)	0,002	DIN 38407-37 : 2013-11
PCB 7 Summe gem. ErsatzbaustoffV	µg/l	0,0030 #5)	0,003	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	<0,0030 x)	0,003	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

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

DCC-0-16037124-DE-P8

AG Landshut
 HRB 7131
 Ust/VAT-Id-Nr.:
 DE 128 944 188

Geschäftsführer
 Dr. Carlo C. Peich
 Dr. Paul Wimmer
 Dr. Torsten Zumühl



Datum 06.05.2024
 Kundennr. 27069179

PRÜFBERICHT

Auftrag **3544743 EG Feiler II Munderkingen Baugrund 2024 // Hr. Schindler**
 Analysennr. **456790 Bodenmaterial/Baggergut**
 Kunden-Probenbezeichnung **MP Boden 2**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
Naphthalin	µg/l	<0,010 (NWG) ^{m)}	0,02	DIN 38407-39 : 2011-09
1-Methylnaphthalin	µg/l	<0,010 (NWG) ^{m)}	0,02	DIN 38407-39 : 2011-09
2-Methylnaphthalin	µg/l	<0,010 (+)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Acenaphthylen	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Acenaphthen	µg/l	<0,010 (+)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoren	µg/l	<0,010 (+)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Phenanthren	µg/l	0,017	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Anthracen	µg/l	<0,010 (+)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoranthen	µg/l	0,012	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Pyren	µg/l	<0,010 (+)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)anthracen	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Chrysen	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(b)fluoranthen	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(k)fluoranthen	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)pyren	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Dibenzo(ah)anthracen	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(ghi)perylen	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Naphthalin/Methylnaph.-Summe gem. ErsatzbaustoffV	µg/l	<0,050 ^{#5)}	0,05	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PAK 15 Summe gem. ErsatzbaustoffV	µg/l	<0,050 ^{#5)}	0,05	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Naphthalin/Methylnaph.-Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	<0,050 ^{x)}	0,05	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PAK 15 Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	<0,050 ^{x)}	0,05	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

x) Einzelwerte, die die Nachweis- oder Bestimmungsgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt.
 #5) Einzelwerte, die die Nachweisgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt. Bei Einzelwerten, die zwischen Nachweis- und Bestimmungsgrenze liegen, wurde die halbe Bestimmungsgrenze zur Berechnung zugrunde gelegt.
 m) Die Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da Matrixeffekte bzw. Substanzüberlagerungen eine Quantifizierung erschweren.
 w) Die Wiederfindung eines oder mehrerer internen Standards liegen bei vorliegender Probe bei <50%, jedoch >10%. Es ist somit eine erhöhte Messunsicherheit zu erwarten.
Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.
 Das Zeichen "<...(NWG)" oder n.n. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Nachweisgrenze nicht nachzuweisen.
 Das Zeichen "<...(+)"" in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter wurde im Bereich zwischen Nachweisgrenze und Bestimmungsgrenze qualitativ nachgewiesen.
 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.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Anmerkung zur Messung nach DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07:

Für die Messung wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Anmerkung zur Messung nach DIN EN ISO 10523 : 2012-04:

Für die Messung wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Datum 06.05.2024
Kundennr. 27069179

PRÜFBERICHT

Auftrag **3544743 EG Feiler II Munderkingen Baugrund 2024 // Hr. Schindler**
Analysennr. **456790 Bodenmaterial/Baggergut**
Kunden-Probenbezeichnung **MP Boden 2**

Anmerkung zur Messung nach DIN EN ISO 12846 : 2012-08:

Für die Messung wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels 30%iger Salzsäure stabilisiert.

Anmerkung zur Messung nach DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01:

Für die Messung wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels konzentrierter Salpetersäure stabilisiert.

Anmerkung zur Messung nach DIN EN ISO 7027 : 2000-04:

Für die Messung wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Anmerkung zur Messung nach DIN EN 27888 : 1993-11:

Für die Messung wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur Messung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Anmerkung zur Messung nach DIN EN 38404-4 : 1976-12:

Für die Messung wurde das erstellte Eluat/Perkolat nicht stabilisiert.

Anmerkung zur Messung nach DIN 38407-37 : 2013-11:

Für die Messung wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Anmerkung zur Messung nach DIN 38407-39 : 2011-09:

Für die Messung wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Anmerkung zur Bestimmung der Kohlenwasserstoffe gem. DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09:

Das Probenmaterial wurde mittels Schütteln extrahiert und über eine Florisilsäule aufgereinigt.
Für die Eluaterstellung wurden je Ansatz 350 g Trockenmasse +/- 5g mit 700 ml deionisiertem Wasser versetzt und über einen Zeitraum von 24h bei 5 Umdrehungen pro Minute im Überkopfschüttler eluiert. Bei Bedarf werden mehrere Ansätze parallel eluiert. Die Fest-/Flüssigphasentrennung erfolgte für hydrophile Stoffe gemäß Zentrifugation/Membranfiltration, für hydrophobe Stoffe gemäß Zentrifugation/Glasfaserfiltration.

Beginn der Prüfungen: 23.04.2024

Ende der Prüfungen: 04.05.2024

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. Das Laboratorium ist nicht für die vom Kunden bereitgestellten Informationen verantwortlich. Die ggf. im vorliegenden Prüfbericht dargestellten Kundeninformationen unterliegen nicht der Akkreditierung des Laboratoriums und können sich auf die Validität der Prüfergebnisse auswirken. 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, Philipp Schaffler, Tel. 08765/93996-600

serviceteam3.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.

Anlage 5: Versickerungsversuche

WST-GmbH, Elly-Beinhorn-Str. 6, 69214 Eppelheim

Projekt: Baugrunderkundung Munderkingen
WST-Proj.-Nr: 240424
Ausführung: A. Pereyra
Datum: 05.04.2024

VV im schloffenen Vollrohr

Versuch Nr.: 1 V 5 Versuchstiefe: 1,45 m u. GOK Open-End-Test in ungesättigter Bodenzone

h = Wassersäule im Rohr [m]	t = Zeit [sek.]	Absenkung im Vollrohr [m]	Q [m³] gesamt	Q [m³/s]	
2,000	0	0,000	0	0	Mittelwert Q [m³/s]: 3,05E-06
1,500	60	0,500	7,95E-04	1,33E-05	
1,410	90	0,590	9,38E-04	4,77E-06	
1,310	120	0,690	1,10E-03	5,30E-06	
1,280	150	0,720	1,15E-03	1,59E-06	
1,210	180	0,790	1,26E-03	3,71E-06	Höhe d. Wassersäule zu Beginn [m] 2,00
1,140	210	0,860	1,37E-03	3,71E-06	Durchmesser Messrohr [m]: 0,045
1,070	240	0,930	1,48E-03	3,71E-06	1 cm Absenkung = m³ 1,59E-05
1,020	270	0,980	1,56E-03	2,65E-06	1 cm Absenkung = ml 15,90
0,970	300	1,030	1,64E-03	2,65E-06	Radius Messrohr [m] 0,023
0,860	360	1,140	1,81E-03	2,92E-06	Mittelwert h [m] 0,792
0,770	420	1,230	1,96E-03	2,39E-06	
0,680	480	1,320	2,10E-03	2,39E-06	
0,600	540	1,400	2,23E-03	2,12E-06	
0,520	600	1,480	2,35E-03	2,12E-06	
0,440	660	1,560	2,48E-03	2,12E-06	
0,380	720	1,620	2,58E-03	1,59E-06	
0,310	780	1,690	2,69E-03	1,86E-06	
0,270	840	1,730	2,75E-03	1,06E-06	
0,210	900	1,790	2,85E-03	1,59E-06	
0,150	960	1,850	2,94E-03	1,59E-06	
0,110	1020	1,890	3,01E-03	1,06E-06	
0,000	1080	2,000	3,18E-03	2,92E-06	

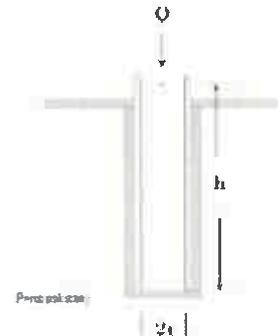
Auswertung (nach Prinz 1977, S. 76/77 2.85.c):

$$k_f = \frac{Q \text{ [m}^3\text{/s]}}{5,5 \times r \text{ [m]} \times h \text{ [m]}}$$

$$k_f = \frac{3,05E-06 \text{ m}^3\text{/s}}{0,098 \text{ m}^2} =$$

Mit: Q = Wasserzugabe
r = Radius Messrohr
h = Höhe Wassersäule
5,5 = Formelkonstante

$$\underline{\underline{3,11E-05 \text{ m/s}}}$$



Verdichtung während der Bohrung kann zu veränderten Versickerungsraten führen!

WST-GmbH, Elly-Beinhorn-Str. 6, 69214 Eppelheim

Projekt: Baugrunderkundung Munderkingen
WST-Proj.-Nr.: 240424
Ausführung: A. Pereyra
Datum: 04.04.2024

VV im schloffenen Vollrohr

Versuch Nr.: 1	V 6	Versuchstiefe: 1,30	m u. GOK	Open-End-Test in ungesättigter Bodenzone
-----------------------	------------	----------------------------	-----------------	---

h = Wassersäule im Rohr [m]	t = Zeit [sek.]	Absenkung im Vollrohr [m]	Q [m³] gesamt	Q [m³/s]	
2,000	0	0,000	0	0	Mittelwert Q [m³/s]: 4,31E-07
1,975	60	0,025	3,98E-05	6,63E-07	
1,955	120	0,045	7,16E-05	5,30E-07	
1,930	180	0,070	1,11E-04	6,63E-07	
1,910	240	0,090	1,43E-04	5,30E-07	Höhe d. Wassersäule zu Beginn [m] 2,00
1,885	300	0,115	1,83E-04	6,63E-07	Durchmesser Messrohr [m]: 0,045
1,867	360	0,133	2,12E-04	4,77E-07	1 cm Absenkung = m³ 1,59E-05
1,858	420	0,142	2,26E-04	2,39E-07	1 cm Absenkung = ml 15,90
1,835	480	0,165	2,62E-04	6,10E-07	Radius Messrohr [m] 0,023
1,820	540	0,180	2,86E-04	3,98E-07	Mittelwert h [m] 1,819
1,808	600	0,192	3,05E-04	3,18E-07	
1,790	660	0,210	3,34E-04	4,77E-07	
1,780	720	0,220	3,50E-04	2,65E-07	
1,770	780	0,230	3,66E-04	2,65E-07	
1,750	840	0,250	3,98E-04	5,30E-07	
1,740	900	0,260	4,14E-04	2,65E-07	
1,730	960	0,270	4,29E-04	2,65E-07	
1,720	1020	0,280	4,45E-04	2,65E-07	
1,705	1080	0,295	4,69E-04	3,98E-07	
1,690	1140	0,310	4,93E-04	3,98E-07	
1,675	1200	0,325	5,17E-04	3,98E-07	

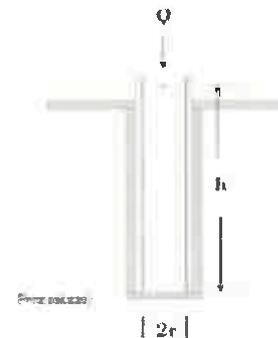
Auswertung (nach Prinz 1977, S. 76/77 2.85.c):

$$k_f = \frac{Q \text{ [m}^3\text{/s]}}{5,5 \times r \text{ [m]} \times h \text{ [m]}}$$

$$k_f = \frac{4,31E-07 \text{ m}^3\text{/s}}{0,225 \text{ m}^2} =$$

Mit: **Q = Wasserzugabe**
r = Radius Messrohr
h = Höhe Wassersäule
5,5 = Formelkonstante

$$\underline{\underline{1,91E-06 \text{ m/s}}}$$



Verdichtung während der Bohrung kann zu veränderten Versickerungsraten führen!

