



GEOTECHNISCHER BERICHT

Erschließung des Neubaugebiets „Riegelstraße“ in 73326 Deggingen-Reichenbach

Auftraggeber : mquadrat Erschließungsträger GmbH
Baustraße 44, 73087 Bad Boll

Planung: mquadrat kommunikative Stadtentwicklung
Baustraße 44, 73087 Bad Boll

Projekt-Nr. : 2-21-085

Gutachten-Nr. : 2-21-085-01-ts

_. Ausfertigung

26. Juli 2021


Dr. Joachim Hönig
von der Industrie- und Handelskammer Stuttgart
öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger
für Erdbau, Grundbau, Bodenmechanik


Verfasser:
Dr. Thomas Schmid
von der Industrie- und Handelskammer Stuttgart
öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger
für Gründungen, Grundwasserfragen

INHALTSVERZEICHNIS

1	Vorgang	4
2	Unterlagen, Baubeschreibung	4
3	Untersuchungsumfang	5
3.1	Feldarbeiten	5
3.2	Bodenmechanische Laborversuche	6
3.3	Chemische Untersuchung	7
4	Baugrund	7
4.1	Lage, Morphologie und geologischer Überblick	7
4.2	Untergrundaufbau	7
4.3	Grundwasser	9
4.4	Homogenbereiche, Boden-/Frostempfindlichkeitsklassen, Bodenkennwerte	11
4.5	Chemische Untersuchungsergebnisse	14
5	Erschließung und Bebauung	15
5.1	Kanal- und Leitungsbau	15
5.2	Wasserhaltung im Bauzustand	21
5.3	Verkehrsflächen	24
5.4	Bebauung	31
5.4.1	Baugruben	31
5.4.2	Gründung	33
5.4.3	Bauwerksabdichtung und Entwässerung	35
5.4.4	Bau von Regenwasserzisternen	36
5.4.5	Erdbebengefährdung	37
5.5	Verwertung/Entsorgung von Aushubmaterial	37
5.6	Versickerung von Oberflächen- und Dachflächenwasser	38
5.7	Wasserrechtlicher Hinweis	39
6	Zusammenfassung und Schlussbemerkungen	41

VERZEICHNIS DES ANHANGS

Anhang 1: Richtlinien, Vertrags- und Lieferbedingungen, Arbeitsblätter, Rechtsgrundlagen, Normen und sonstige Unterlagen nach dem aktuellen Stand der Geotechnik

VERZEICHNIS DER ANLAGEN

Anlage 1:	Lagepläne	
	1.1 Übersichtslageplan	M 1 : 10 000
	1.2 Detaillageplan	M 1 : 500
Anlage 2:	Dokumentation der Aufschlussarbeiten	
	Schichtenbeschreibungen und Schichtprofile	M 1 : 50
Anlage 3:	Geologische Schnitte	M 1 : 250/100
Anlage 4:	Versuchsprotokolle bodenmechanischer Laborversuche	
Anlage 5:	Homogenbereiche nach DIN 18 300:2019-09	
Anlage 6:	Analysenprotokolle (Prüfberichte des chem. Labors)	
Anlage 7:	Abschätzung des Grundwasserandrangs in offene Gräben	

1 Vorgang

Die mquadrat Erschließungsträger GmbH, Bad Boll, plant im Auftrag der Gemeinde Deggingen die Erschließung des Neubaugebiets „Riegelstraße“ im Ortsteil Reichenbach im Täle. Zur Erkundung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse wurde unser Büro am 30.04.2021 beauftragt, Baugrunduntersuchungen durchzuführen und einen geotechnischen Bericht zu erstellen. Grundlage des Auftrags war unser Angebot Nr. B 2-21-089 vom 27.04.2021 mit dem darin enthaltenen Leistungsumfang.

2 Unterlagen, Baubeschreibung

Für die Feldarbeiten und zur Erstellung des vorliegenden Berichts erhielten wir einen Lageplan „Gemeinde Deggingen - Reichenbach, Bebauungsplan „Riegelstraße“, Gestaltungsentwurf Variante 3“ Maßstab 1 : 500 vom 04.03.2021.

Bei den jeweiligen Versorgungsträgern wurden aktuelle Kabel- und Leitungspläne für die im Untersuchungsgebiet vorhandenen Sparten erhoben.

Weiterhin wurden die Topographische und die Geologische Karte M 1 : 25 000, Blatt 7324 Geislingen an der Steige nebst Erläuterungen, der Online-Kartenviewer des Landesamts für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB), die Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg, M 1 : 350 000 und der Online-Kartenservice der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) mit herangezogen.

Der Baugrunderkundung und Ausarbeitung des geotechnischen Berichts liegen außerdem, soweit zutreffend, die in Anhang 1 genannten Richtlinien, Vertrags- und Lieferbedingungen, Arbeitsblätter, Rechtsgrundlagen, Normen und sonstige Unterlagen in der Geotechnik und im Abfallrecht zugrunde. Im nachfolgenden Text benutzte Kürzel werden dort erläutert.

Gegenwärtig befindet sich auch ein Bericht unseres Büros zum Bodenverwertungskonzept in Bearbeitung¹. Aus diesem wurden ergänzende Angaben übernommen, die sich im Zuge der bodenkundlichen Untersuchungen ergeben haben.

¹ Bodenschutzkonzept für das Baugebiet Riegelstrasse in Deggingen-Reichenbach. Teil 1: Bodenverwertungskonzept.. BW Bericht Nr. 1-21-021-01sch

Bei dem geplanten Neubaugebiet handelt es sich um ein ca. 150 ar großes Wohngebiet. Die verkehrsmäßige Anbindung erfolgt über eine U-förmige Verbindung von der Riegelstraße her sowie über eine kurze Stichstraße. Es ist demnach von der Errichtung nicht oder einfach unterkellertes Wohngebäude mit Baugruben von max. 3-4 m Tiefe und üblicher Tiefenlage der Kanäle und Leitungen von bis zu rund 3-4 m unter Gelände auszugehen.

Weitere Angaben zur geplanten Erschließung und Bebauung liegen uns nicht vor, so dass zu Aspekten der Bebauung (Baugruben, Gründung, Abdichtung) nur in allgemeiner Form Stellung genommen werden kann. Die beauftragten und durchgeführten Untersuchungen haben im Hinblick auf die spätere Bebauung den Charakter einer Voruntersuchung im Sinne der DIN 4020 und können eine objektspezifische Hauptuntersuchung und ggf. Standsicherheitsberechnungen als Grundlage für den Entwurf von Bauwerksgründungen nicht ersetzen.

Geotechnische Kategorie

Die Baumaßnahme ist aufgrund folgender Kriterien in die Geotechnische Kategorie GK 2 nach DIN 4020 einzustufen:

- Es handelt sich um eine Baumaßnahme mit mittlerem Schwierigkeitsgrad im Hinblick auf das Zusammenwirken von Bauwerk und Baugrund
- Es liegen durchschnittliche Baugrundverhältnisse vor, die nicht in die Geotechnische Kategorie GK 1 oder GK 3 fallen
- Es liegen durchschnittliche Grundwasserverhältnisse vor (freie Grundwasseroberfläche bzw. Grundwasserdruckspiegel $\leq 2,0$ m über der Bauwerkssohle, Wasserhaltung mit üblichen Maßnahmen beherrschbar, keine ungünstigen Auswirkungen der Wasserhaltung auf die Umgebung zu befürchten)
- Die Tiefbaumaßnahmen umfassen Leitungsgräben ≤ 5 m Tiefe, die mit Grabenverbaugeräten oder einem Normverbau nach DIN 4124 gesichert werden

3 Untersuchungsumfang

3.1 Feldarbeiten

Zur Erkundung des Untergrundaufbaus und der Grundwassersituation wurden am 08. + 09.06.2021 neun Kleinbohrungen nach DIN EN ISO 22475-1 (Rammkernsonde $\varnothing 60/50$ mm) bis in Tiefen von 2,0 - 3,65 m u.Gel. abgeteuft. Größere Aufschlusstiefen waren verfahrensbedingt nicht möglich (Rammgrenze für Kleinbohrungen wegen zu hohem Eindringwiderstand erreicht).

Die Schichtenfolge wurde nach geologischen und bodenmechanischen Kriterien aufgenommen (Benennung und Beschreibung nach DIN EN ISO 14688/14689, wobei die bisher gebräuchlichen Bezeichnungen der zurückgezogenen DIN 4022 beibehalten wurden) und nach DIN 18 196 und DIN 18 300 klassifiziert. Weiterhin wurden Wasserzutritte/-anstiege dokumentiert und das Bohrgut organoleptisch auf mögliche Verunreinigungen geprüft.

Zur Unterstützung der bodenmechanischen und organoleptischen Beurteilung im Gelände sowie zur abfallrechtlichen Bewertung wurden aus den anstehenden Schichten gestörte Bodenproben entnommen, luftdicht konserviert und zur geotechnischen und chemischen Laboruntersuchung weitergeleitet.

Die Bohrlöcher der Kleinbohrungen BS 1, BS 3, BS 5, und BS 8 wurden durch Einstellen von geschlitzten PVC-Rohren zunächst offengehalten und im obersten Meter mit Quellton-Pellets gegen Oberflächenwasser abgedichtet, um Messungen des Grundwasserstands nach Ende der Bohrarbeiten zu ermöglichen. Eine Ruhegrundwasserstandsmessung erfolgte am 21.06.2021. Nach Abschluss der Messungen wurden die Rohre gezogen und die Bohrlöcher mit Quellton-Pellets wasserdicht verschlossen. Die übrigen Bohrlöcher wurden bereits nach Bohrende mit Quellton-Pellets verschlossen.

Die Aufschlusspunkte wurden durch das Vermessungsbüro Messen + Planen, Kirchheim unter Teck, vor Ort abgesteckt und nach Lage und Höhe eingemessen. Die Anordnung der Aufschlusspunkte auf dem Gelände ist im Lageplan (Anlage 1.2) dargestellt.

Anlage 2 enthält die Schichtenbeschreibungen und Schichtprofile der Aufschlüsse und in Anlage 3 sind die Schichtprofile der Aufschlusspunkte in schematischen geologischen Schnitten dargestellt.

3.2 Bodenmechanische Laborversuche

Die aus den anstehenden Schichten entnommenen Proben wurden im hauseigenen bodenmechanischen Labor auf natürlichen Wassergehalt (DIN EN ISO 17 892-1), Konsistenzgrenzen (DIN EN ISO 17 892-12) und Korngrößenverteilung (DIN EN ISO 17 892-4) untersucht. Damit war eine Einstufung nach DIN 18 196 und DIN 18 300 sowie die darauf basierende Abschätzung von Bodenkennwerten möglich. Die Versuche erfolgten an gestörten Bodenproben.

3.3 Chemische Untersuchung

Zur Beurteilung eventueller Schadstoffgehalte wurde aus den Bohrungen BS 1 - 5 und BS 6 - 9 je eine Bodenmischprobe über den Tiefenbereich 0,2 m - Aufschlussendtiefe gebildet.

Die Bodenproben wurden gekühlt und abgedunkelt gelagert, in geschlossener Kühlkette dem chemischen Labor der BVU Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH, Markt Rettenbach, angeliefert und dort im Umfang gemäß VwV Boden untersucht.

4 Baugrund

4.1 Lage, Morphologie und geologischer Überblick

Das geplante Neubaugebiet „Riegelstraße“ liegt im Gewann „Kirchäcker“ am nördlichen Ortsrand von Reichenbach im Täle in nach Südsüdwesten geneigter Hanglage auf einer topographischen Höhe von ca. 510 - 530 mNN (vgl. Übersichtslageplan Anlage 1.1). Es wird im Osten von der Riegelstraße und der Bebauung Am Haarberg und Orchideenweg begrenzt. Nach Norden und Osten schließen mit einigen wenigen Bäumen bestandene Wiesenflächen an und im Süden die Ortsbebauung. Hinweise auf eventuelle frühere bauliche Nutzungen konnten nicht beobachtet werden.

Gemäß der geologischen Karte von Baden-Württemberg, M 1 : 25 000, Blatt 7324 Geislingen an der Steige, liegt das Baugebiet im Ausstrichgebiet der Ostreenkalk-Formation des mittleren Braunjura (früher Ober-Bajocium bj2, Dogger δ) und nach dem Online-Kartenservice der LUBW zufolge befindet sich das geplante Neubaugebiet außerhalb von Wasserschutzgebieten. Unmittelbar nördlich der geplanten Bebauung beginnt das Vogelschutzgebiet „Mittlere Schwäbische Alb“.

4.2 Untergrundaufbau

Die Oberbodendecke wurde an den Aufschlusspunkten der geotechnischen mit ca. 10 - 15 cm erbohrt. Im Zuge der bodenkundlichen Untersuchungen wurden Oberbodendicken von 16 - 27 cm nachgewiesen (Ø 20 cm). Oberboden ist der Bodengruppe OU nach DIN 18 196, der ehemaligen Bodenklasse 1 nach DIN 18 300:2012-09 (zurückgezogen) und dem Homogenbereich E1 nach DIN 18 300:2019-09 zuzuordnen.

Darunter folgt bis in Tiefen von 0,9 - 1,95 m unter Gelände toniger Hanglehm in vorwiegend steifer, örtlich und abschnittsweise auch steif-halbfester und halbfester Konsistenz. Dieser ist ausgeprägt plastisch und in die Bodengruppe TA / ehem. Bodenklasse 5 einzustufen. Hierbei handelt es sich um weitgehend stein- und kiesfreie Böden. Nur am Bohrpunkt BS 2 wurden in 0,35 - 0,7 m Tiefe starke kiesige Beimengungen beobachtet sowie an den Bohrpunkten BS 2 0,1 - 0,35 m, BS 7 0,1 - 1,2 m und BS 9 0,1 - 0,9 m Tiefe schwache kiesige Beimengungen. Es handelt sich demnach aus einem vorwiegend aus dem unterlagernden Tonstein hervorgegangenen, stark bindigen Tonboden, der nur untergeordnet Hangschuttanteile enthält.

Bis in Tiefen von 2,0 - 3,65 m unter Gelände steht stark verwitterter, vorwiegend halbfester-fester Tonstein im Übergangsbereich der ehem. Bodenklassen 5 und 6 an, der teilweise zu ausgeprägt plastischem Ton (Bodengruppe TA / ehem. Bodenklasse 5) in steif-halbfester Konsistenz entfestigt ist. Unter Grundwassereinfluß liegen örtlich auch aufgeweichte Schichtabschnitte vor.

Im unteren Teil des Erschließungsgebiets (Geologischer Schemaschnitt C-C) sind in diesem Schichtabschnitt dünne (ca. 0,1 - 0,2 m) Kalksteinbänkchen eingeschaltet.

Hanglehm und stark verwitterter Tonstein bzw. Verwitterungston können zum Homogenbereich E2 zusammengefasst werden.

Das Festgestein der Ostreenkalk-Formation konnte nur vereinzelt (BS 4, BS 8) in geringer Mächtigkeit von wenigen Dezimetern erbohrt werden. Nach allgemeiner Kenntnis der regionalen Geologie dürfte es sich hierbei um festen bis harten Tonstein im Wechsel mit Kalksteinbänken handeln, die der ehem. Bodenklasse 6 und dem Homogenbereich E3 zuzuordnen sind. Zur Tiefe hin kann bei abnehmendem Verwitterungsgrad auch schwerer Fels der ehemaligen Bodenklasse 7 vorliegen.

Der Übergang von Verwitterungsböden (ehem. Bodenklasse 5) zum Festgestein (ehem. Bodenklasse 6) dürfte etwa im Bereich der jeweiligen Aufschlussentiefen an den Bohrpunkten liegen.

Die im Einzelnen an den Aufschlusspunkten angetroffenen Bodenschichten sind als Schichtenbeschreibungen und Schichtprofile in Anlage 2 dargestellt.

Aus den zwangsläufig punktuellen Aufschlüssen wurden durch Interpolation unter Berücksichtigung der geologischen Zusammenhänge schematische geologische Schnitte gefertigt, die das beschriebene Baugrundmodell in pseudoperspektivischer Form (Horizontalabstände maßstäblich, Vertikalabstände/Höhen nur innerhalb der Schnitte A-A, B-B und C-C maßstäblich) darstellen

(Anlage 3). Zwischen den Aufschlusspunkten wurde linear interpoliert. Es kann daher sein, dass der tatsächliche Schichtenverlauf in den Schnittebenen von der schematischen Darstellung abweicht.

Ab den Aufschlussentiefen von 2,0 - 3,65 m unter Gelände war kein weiterer Bohrfortschritt mehr zu erzielen. Dies kann durch hohe Mantelreibung am Bohrgestänge oder durch feste Schichten mit hohem Eindringwiderstand verursacht sein, was im Feld nicht sicher zu unterscheiden war. Die Beschaffenheit des Baugrunds unterhalb der voraussichtlichen Gründungsebene unterkellelter Gebäude in deren Lastabtragsbereich ist daher nicht bekannt.

Im allgemeinen bildet die Ostreenkalk-Formation einen gut tragfähigen Baugrund (s.o.). Allerdings kann die Tragfähigkeit zuoberst in Bereichen mit verwitterten, dünnen und stark geklüfteten Kalksteinbänkchen, denen entfestigte und plastifizierte tonige Lagen zwischengeschaltet sind, stark eingeschränkt sein. Es ist daher nicht auszuschließen, dass unter geringmächtigen festen Schichten im Niveau der Aufschlussentiefen wieder weniger fester, kompressibler Untergrund folgt. Sicherheit hierüber kann nur durch eine ausreichend tiefe Baugrunderkundung erlangt werden, was im Gutachterauftrag nicht enthalten war.

4.3 Grundwasser

In der Mehrzahl der Geländeaufschlüsse waren Grundwasserzutritte festzustellen. Die Grundwasserzutritte erfolgten, so weit beim Bohren erkennbar, in nassen aufgeweichten Schichten im stark verwitterten Tonstein oder im tieferen Teil des Neubaugebiets auf klüftigen Kalksteinbänkchen.

Es handelt sich demnach um einen gering wasserdurchlässigen und wenig ergiebigen Kluftgrundwasserleiter mit schichtgebundener Grundwasserführung. Im geringer verwitterten Festgestein der Ostreenkalk-Formation kann es auch in größerer Tiefe unterhalb der Aufschlussentiefen zu weiteren schichtgebundenen Grundwasserzutritten kommen.

Um eine spätere Messung des Ruhe-Grundwasserstands zu ermöglichen, wurden die Bohrlöcher durch Einstellen von geschlitzten PVC-Rohren vorläufig offen gehalten. Die Rohre wurden nach Abschluss der Messungen entfernt und die Bohrlöcher mit Quellton-Pellets wasserdicht verschlossen.

Folgende Grundwasserstände wurden in den Bohrlöchern gemessen:

Aufschluss		Geländehöhe [mNN]	Wasserstand [m u. Gel.]	Wasserstand [mNN]	Bemerkung
BS 1	08.06.21	525,38	2,10	523,28	GW angebohrt
			2,35	523,03	GW nach Bohrende
	09.06.21		2,23	523,15	GW Ruhe
	21.06.21		2,40	522,98	
BS 2	08.06.21	525,37	2,20	523,17	GW angebohrt
			2,22	523,17	GW nach Bohrende
	09.06.21		2,19	523,18	GW Ruhe
BS 3	08.06.21	524,69	1,80	522,89	GW angebohrt
			1,53	523,16	GW nach Bohrende
	09.06.21		1,61	523,08	GW Ruhe
	21.06.21		2,16	522,53	
BS 4	08.06.21	521,64	-		kein GW angebohrt
			-		kein GW nach Bohrende
	09.06.21		-		kein GW Ruhe
BS 5	08.06.21	520,97	1,90	519,07	GW angebohrt
			2,63	518,34	GW nach Bohrende
	09.06.21		2,56	518,41	GW Ruhe
	21.06.21		2,64	518,33	
BS 6	08.06.21	521,05	-		kein GW angebohrt
			2,71	518,34	GW nach Bohrende
	09.06.21		2,71	518,34	GW Ruhe
BS 7	09.06.21	515,58	-		kein GW angebohrt
			-		kein GW nach Bohrende
BS 8	09.06.21	516,44	2,10	514,34	GW angebohrt
			2,08	514,36	GW nach Bohrende
	21.06.21		2,13	514,31	GW Ruhe
BS 9	09.06.21	518,66	-		kein GW angebohrt
			-		kein GW nach Bohrende

Aufgrund des geneigten Geländes ist die Festsetzungen eines einheitlichen Bemessungswasserstands bezogen auf Absoluthöhe nicht zielführend. Die höchsten gemessenen Ruhe-Grundwasserstände liegen in etwa 1,6 - 2,7 m Tiefe unter Gelände. Die Auswirkungen der Starkniederschlagsereignisse Ende Juni und Anfang Juli 2021 sind in den Messungen nicht enthalten. Insofern dürfte im Messzeitraum jahreszeitlich bedingt ein eher tiefer Grundwasserstand vorgelegen haben, so dass zeitweise (vor allem im Winterhalbjahr außerhalb der Vegetationsperiode) mit höheren Grundwasserständen zu rechnen ist.

Bei Festlegung eines Bemessungswasserstands mit einem angemessenen Sicherheitszuschlag zu den höchsten gemessenen Grundwasserständen (im vorliegenden Fall eher mehr als 1 m) würde dies mindestens örtlich nicht erlauben, das Erdplanum von Verkehrsflächen mittels Dräagen dauerhaft trocken und tragfähig sowie den Straßenoberbau frostsicher zu halten.

Aus hydrogeologischer Sicht und in Anbetracht der geringen Wasserdurchlässigkeit und Ergiebigkeit des obersten Grundwasserstockwerks erscheint es daher angemessen, den Bemessungswasserstand für die Tief- und Straßenbauarbeiten im Zuge der Erschließung in einem Niveau von 1 m unter Gelände bzw. 1 m unter Fertighöhe der Straßen festzusetzen.

Für die Bebauung ist zu empfehlen, den Bemessungswasserstand auf Grundlage weiterer, objektbezogener Untersuchungen im jeweiligen Baufenster festzulegen. Hierbei ist insbesondere auf eine ausreichend lange Beobachtungsdauer des Grundwasserstands (ca. 4 - 6 Wochen) Wert zu legen, da die jetzigen Untersuchungen gezeigt haben, dass am Tag der Bohrarbeiten eventuelle Grundwasserzutritte und vor allem Ruhegrundwasserstände nicht sicher erkannt werden können.

In niederschlagsreichen Perioden kann oberflächennah Schicht- und Sickerwasser mit Staunäsebildung über geringer wasserdurchlässigen Bereichen auftreten. Aufgrund der insgesamt geringen Wasserdurchlässigkeit des Untergrunds kann einsickerndes Niederschlagswasser nicht bzw. nur mit größerer Verzögerung zur Tiefe hin versickern. Das Tiefenniveau und die Intensität der Sickerwasserführung unterliegt jahreszeitlichen und witterungsabhängigen Schwankungen.

Örtlich und zeitweilig kann auch Wassersättigung bis zur Geländeoberfläche auftreten. Dies wird bestätigt durch eine bei den bodenkundlichen Untersuchungen beobachtete nasse Stelle nahe des Bohrpunkts BS 2 sowie die Mitteilung eines Anliegers, dass in diesem Bereich der Boden beim Mähen durchnässt und weich sei.

4.4 Homogenbereiche, Boden-/Frostempfindlichkeitsklassen, Bodenkennwerte

Homogenbereiche nach DIN 18 300 Ausgabe 2019, Bodenklassen nach DIN 18 300 Ausgabe 2012 und Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTV E-StB

Die aktuelle Ausgabe der DIN 18 300 vom September 2019 fordert die Angabe bestimmter Eigenschaften und Kennwerte sowie deren durch bodenmechanische Laborversuche ermittelte Bandbreite. Um diese Anforderungen zu erfüllen, ist die Durchführung eines umfangreicheren

bodenmechanischen Versuchsprogramms nötig, als dies nach der alten Norm erforderlich, von uns angeboten und beauftragt war. Das tatsächlich durchgeführte Untersuchungsprogramm genügt nicht in allen Punkten den aktuellen normativen Anforderungen, da eine Überprüfung der Eigenschaften und Kennwerte, insbesondere deren Bandbreite, wie dies in der aktuellen DIN 18 300 gefordert wird, nicht erfolgen konnte. Falls dies für die Ausschreibung der Erdarbeiten für erforderlich erachtet wird, sind weitere Untersuchungen durchzuführen.

Die Einstufung von Böden in Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTV E-StB erfolgt auf Grundlage ihrer Zusammensetzung (Feinkornanteil, Kornverteilung, Mineralart) und der Einteilung in Boden- gruppen nach DIN 18 196.

Die Zuordnung der angetroffenen Boden- und Felsarten zu Homogenbereichen nach den Richt- linien der DIN 18 300 301 ist nachfolgend und in Anlage 5 mit deren Eigenschaften und der geschätzten Bandbreite der geotechnischen Kennwerte tabellarisch aufgelistet. Die Frostempfind- lichkeitsklassen nach ZTV E-StB sowie die bisherigen Bodenklassen nach DIN 18 300 Ausgabe 2012 (zurückgezogen) sind zum Vergleich ebenfalls mit angegeben.

Die angegebenen Kennwerte sind nur für den Baubetrieb bzw. zur Beurteilung der erforderlichen Erdbauleistung maßgeblich und dürfen nicht für geotechnische/erdstatische Berechnungen herangezogen werden. Es handelt sich um geschätzte obere und untere Grenzwerte und nicht um charakteristische Werte im Sinne der DIN EN 1997 (EC 7) bzw. DIN 4020.

Bodenschicht (Bodengruppe)	Homogenbe- reich nach DIN 18 300:2019-09	Boden- bzw. Fels- klasse nach DIN 18 300:2012-09	Frostempfind- lichkeitsklasse ZTV E-StB
Oberboden	E1	1	F 2
Hanglehm, Verwitterungston, Ton- stein, stark verwittert	E2	5, 5-6	F 2
Tonstein und Kalkstein, fest-hart	E3	6	F 2, F 1

Sollte es zu Unstimmigkeiten bezüglich der Einteilung der anstehenden Boden- und Felsarten kommen, so kann der Baugrundgutachter beim Baugrubenaushub hinzugezogen werden.

Bodenkennwerte

Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche können Anlage 4 entnommen werden. Die im Folgenden für die an den Untersuchungspunkten aufgeschlossenen Bodenschichten angegebenen charakteristischen Boden- bzw. Berechnungskennwerte wurden nicht direkt durch bodenmechanische Laborversuche bestimmt. Sie wurden unter Berücksichtigung der Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche und dem Geländebefund in Anlehnung an DIN 1055, Laborversuchsergebnissen vergleichbarer Böden, dem Grundbautaschenbuch Teil 1 und weiteren Literaturangaben eingeschätzt. In Klammern ist die geschätzte Schwankungsbreite angegeben, die bei Grenzwertbetrachtungen ggf. anzusetzen ist.

Bodenschicht	Bodengruppe nach DIN 18 196	Wichte		Reibungswinkel Φ_k [°]	Kohäsion c_k [kN/m ²]	Steifigkeitsziffer $E_{s,k}$ [MN/m ²]	Wasserdurchlässigkeitsbeiwert $k_{r,k}$ [m/s]
		über Wasser γ_k [kN/m ³]	unter Auftrieb γ'_k [kN/m ³]				
Ton, steif	TA	19,5 (18-21)	9,5 (8-11)	17,5 (15-25)	15 (10-25)	4 (3-6)	<10 ⁻⁸
Ton, halbfest	TA	20,5 (19-22)	10,5 (9-12)	17,5 (15-25)	25 (20-40)	8 (6-15)	<10 ⁻⁸
Tonstein, st. verwittert, halbfest-fest	TA	21,5 (20-23)	11,5 (10-13)	20 (17,5-27,5)	35 (25-60)	15 (10-25)	<10 ⁻⁸
Tonstein, fest, mit Kalksteinbänken*	Z	24 (23-25)	14 (13-15)	25 (20-30)	50 (35-70)	40 (25-80)	10 ⁻⁷ (10 ⁻⁶ -10 ⁻⁸)

*gilt im Bereich der Aufschlussentiefen. Zu den geotechnischen Eigenschaften tieferer Schichten können keine Angaben gemacht werden. Die teilweise eingeschalteten Hartgesteinsbänke wurden bei den Kennwerten nicht berücksichtigt. Ihre Scherfestigkeits- und Verformbarkeitsparameter sind - für sich betrachtet - wesentlich höher als diejenigen der umgebenden Schichten. Die Kennwerte variieren je nach Verwitterungsgrad, Trennflächengefüge und Richtung der Beanspruchung in weiten Grenzen und können auf Trennflächen bis auf Werte wie bei bindigen Böden zurückgehen. Im zusammenhängenden Schichtverband werden die angegebenen Mindestwerte i.d.R. jedoch nicht unterschritten.

Zur Erddruckermittlung im Bereich verfüllter, geböschter Arbeitsräume sind in der Regel die Kennwerte des Verfüllmaterials anzusetzen. Für verdichtet eingebautes Material gelten folgende Kennwerte:

Material	Reibungswinkel ϕ [°]	Wichte γ/γ' [kN/m ³]
Schotter, Splittgemische	35 (32,5 - 40)	20/12 (19-21/11-13)
Kiesgemische und Siebschutt	32,5 (30 - 37,5)	20/12 (19-21/11-13)

Material	Reibungswinkel ϕ [°]	Wichte γ/γ' [kN/m ³]
bindige Böden (Aushub)	20 (17,5 - 25)	19/9 (18-20/8-10)
kiesig-steinige Böden (Aushub)	25 (22,5 - 30)	19/10 (18-20/9-11)

Werden Schichten längere Zeit der Witterung ausgesetzt, können sich die Kennwerte rapide verschlechtern. Dies gilt auch für Profilabschnitte, in denen Schichtwasser austritt und zu einem Aufweichen der Bodenschicht führt.

4.5 Chemische Untersuchungsergebnisse

Die Analysenergebnisse der aus dem oberflächennahen Bereich (0,2 m - Aufschlussentiefe) zusammengestellten Bodenmischproben zeigen teilweise jeweils erhöhte Arsengehalt im Feststoff von 36 mg/kg und 31 mg/kg. Die übrigen untersuchten Schadstoffgruppen waren nicht bzw. nicht in Konzentrationen über der Bestimmungsgrenze in den Bodenproben enthalten.

Wegen des erhöhten Arsengehalts sind beide Bodenproben mit dem Zuordnungswert Z 1.1 nach VwV Boden zu bewerten.

Die Untersuchungsergebnisse im Einzelnen finden sich in Anlage 6.

Die oben beschriebenen Untersuchungsergebnissen beruhen auf stichprobenartigen, punktuellen Untersuchungen. Die Untersuchungsergebnisse gelten nur für die jeweiligen Bodenproben und vermitteln einen Eindruck, ob und mit welchen Größenordnungen von Schadstoffbelastungen ggf. zu rechnen ist. Sie erlauben daher jeweils nur eine orientierende abfallrechtliche Einstufung, deren Ergebnisse nicht für Deklarationszwecke Verwendung finden können. Für eine endgültige Einstufung sind weitere ggf. Untersuchungen erforderlich, die an repräsentativen Bodenproben aus Haufwerken im Zuge der Baumaßnahme durchzuführen sind.

5 Erschließung und Bebauung

5.1 Kanal- und Leitungsbau

Herstellung von Kanal- und Leitungsgräben

Planunterlagen zu den Erschließungsmaßnahmen liegen uns nicht vor, so dass hier nur allgemeine Hinweise gegeben werden können. Bei üblicher Tiefenlage der Kanäle und Leitungen von ca. 3-5 m unter Gelände werden die Leitungsgräben in größtenteils im Hanglehm und im stark bis gering verwitterten Tonstein liegen.

Bei der Herstellung und Sicherung von Kanal- und Leitungsgräben sind die Vorgaben der DIN 4124, der DIN EN 1610 (Abwasserleitungen und -kanäle), der DIN EN 805 (Trinkwasserleitungen), der einschlägigen Arbeitsblätter (für Gasleitungen z.B. DVGW G 459, G 462, G 475) sowie die Vorgaben der jeweiligen Netzbetreiber zu beachten.

Wenn das anschließende Gelände höchstens flach geneigt ist ($\leq 1 : 2$ bei mindestens steifen bindigen Böden bzw. $\leq 1 : 10$ bei nichtbindigen oder weichen bindigen Böden), können nicht verbaute Gräben in bindigem oder gemischtkörnigem Baugrund von mindestens steifer Konsistenz bis zu einer Höhe von 1,25 m senkrecht abgegraben werden bzw. bis zu 1,75 m, wenn der oberste halbe Meter unter 45° abgeböscht wird. Tiefere Gräben sind zu böschen oder zu verbauen. Wird frei geböscht, so sind bei Böschungen bis 5 m Höhe ohne rechnerischen Standsicherheitsnachweis nach DIN 4084 folgende Böschungswinkel einzuhalten:

- | | |
|--|---|
| a) nichtbindige oder weiche, bindige Böden | $\beta \leq 45^\circ$ |
| b) steife bis halbfeste bindige Böden | $\beta \leq 60^\circ$ (Hanglehm, Verwitterungston) |
| c) Fels | $\beta \leq 80^\circ$ (fester Tonstein und Kalkstein) |

Bei Herstellung freier Böschungen wird empfohlen, auf halber Höhe Bermen (Breite $\geq 1,50$ m) zum Auffangen eventuell abrutschenden Erdmaterials vorzusehen. Bei Wasserzutritten kann es auch bei Einhaltung der genannten Böschungswinkel zu Ausbrüchen und/oder Instabilitäten an den Grabenwänden kommen.

Um die Massen für Aushub und Verfüllung möglichst gering zu halten, werden Kanal- und Leitungsgräben allerdings ohnehin meist mit senkrechten Wänden hergestellt und mit einem Verbau gesichert, was bei Gräben über 2 m Tiefe generell zu empfehlen ist. Dabei gelten ebenfalls die Vorgaben der DIN 4124, DIN EN 1610 und DIN EN 805.

Verbausysteme, bei denen die Verbauelemente kontinuierlich mit dem Aushub abgesenkt werden, sind zu bevorzugen. Einfache Verbaukörbe, die nach dem Aushub in die Gräben eingestellt werden, können nur bei ausreichend standfesten Grabenwänden eingesetzt werden, wenn nicht mit Nachbrüchen zu rechnen ist. Die Wahl des Verbausystems ist daher den Baugrundverhältnissen anzupassen. Sie fällt im Einzelnen in den Verantwortungsbereich der beauftragten Tiefbauunternehmung.

Sofern z.B. aufgrund begrenzter Reichweite von Hebefahrzeugen oder aufrecht zu erhaltendem Verkehr keine ausreichenden Abstände eingehalten werden können, müssen die Verkehrslasten bei der statischen Bemessung des Verbaus berücksichtigt werden.

Es ist zu beachten, dass ein Verbau mit vorseilendem Erdaushub und anschließender Sicherung des Grabens mit einem nicht kraftschlüssigen Verbau (z. B. durch Verbauplatten) Spannungsumlagerungen im benachbarten Untergrund bewirkt, welche Setzungen oder Sackungen bis hin zur Geländeoberkante verursachen können. Es muss daher sichergestellt sein, dass bereits bestehende Bauteile (z. B. Wasserleitungen, Strom- oder Telefonkabel) insbesondere in den Anschlussbereichen zu den bestehenden Kanälen nicht setzungsempfindlich sind bzw. keine unzulässigen Verformungen erfahren.

Der Untergrund besteht oberflächennah aus schwer lösbarem, bindigem Boden der ehem. Bodenklasse 5, teilweise am Übergang zur ehem. Bodenklasse 6 in steifer bis halbfester-fester Konsistenz, so dass ein weitgehend maßhaltiger Aushub zu erwarten sein dürfte. Lediglich im Bereich von Kalksteinbänken kann es zu Ausbrüchen beim Aushub kommen, da diese sich nur an vorgegebenen Trennflächen lösen lassen. Es ist daher zu empfehlen, etwas Mehraushub vor allem im tieferen Teil des Neubaugebiets (Geologischer Schemaschnitt C-C) einzukalkulieren, da hier Kalksteinbänke auch oberhalb der voraussichtlichen Grabensohlen erbohrt wurden.

Unterhalb der Aufschlussentiefen der Baugrunderkundung ist voraussichtlich mit felsigem Untergrund zu rechnen. Dieser dürfte zunächst der ehem. Bodenklasse 6 entsprechen und kann zur Tiefe hin mit abnehmendem Verwitterungsgrad auch in die ehem. Bodenklasse 7 übergehen. Wir empfehlen daher, für Felsaushub in der Ausschreibung ausreichende Massenansätze zu wählen. Für eine zuverlässige Massenermittlung der einzelnen Boden- und Felsklassen ist ein sorgfältiges Aufmaß während des Aushubes erforderlich.

In Fels der ehemaligen Klassen 6 und 7 lassen sich oft keine ebenflächigen Aushubsohlen herstellen. Mehraushub an der Sohle muss mit Bettungsmaterial ausgeglichen werden. Dies ist bei der Ausschreibung und Massenabschätzung der Arbeiten zu berücksichtigen. Weiterhin ist zu

beachten, dass beim Lösen von Kluffkörpern aus dem Verband Auflockerungen an den Grabenwänden auftreten können.

Leitungszone

Die Leitungszone (Bettung, Seitenverfüllung und Rohrabdeckung) ist gemäß DIN EN 1610 (Abwasserleitungen und -kanäle), DIN EN 805 (Trinkwasserleitungen) bzw. den einschlägigen DVGW- Arbeitsblättern (z.B. G 459, G 462 für Gasleitungen) auszuführen.

Den Untersuchungsergebnissen zufolge kann im natürlich anstehenden Untergrund von guter bis sehr guter Tragfähigkeit im Auflagerbereich ausgegangen werden.

Rohre von Abwasserkanälen können auf einer Bettung Typ 1 (Regelausführung) nach DIN EN 1610, Abschnitt 7.2.1 verlegt werden. Bettungen des Typs 2 und 3 sind i.d.R. schwierig auszuführen und daher nicht zu empfehlen. Die in DIN EN 1610 angegebene Mindestdicke der unteren Bettungsschicht a sollte aufgrund langjähriger Erfahrungen gemäß DWA A-139 „Einbau und Prüfung von Abwasserkanälen und -leitungen“ erhöht werden und bei normalen Böden mindestens 100 mm + 1/10 DN in mm betragen.

Die Grabensohlen für Gas- und Trinkwasserleitungen sind so auszuheben, dass die Rohre auf ihrer gesamten Länge satt aufliegen und die Grabensohle zur Bettung wird. Punkt- oder Linienlagerung ist nicht zulässig. Wenn die Grabensohle für die Bettung der Rohrleitung nicht geeignet ist (z.B. felsiger oder steiniger Untergrund, nicht tragfähiger oder gelöster Boden), ist mindestens 0,15 m tiefer auszuheben und der Aushub durch ein geeignetes Bettungsmaterial zu ersetzen, dessen Korngrößenzusammensetzung und Kornform keine Beschädigungen der Rohre verursacht. Wenn nötig sind im Verbindungsbereich gesonderte Vertiefungen im Auflager vorzunehmen. Gegebenenfalls muss eine Sandbettung nach Vorgabe des Netzbetreibers eingebracht werden. Sollten beim Absenkung der Leitungsrohre Steine oder Verfüllmaterial auf die Bettung gefallen sein, so müssen diese vor der Verlegung entfernt werden.

Teilweise ist an der Grabensohle mit Fels der ehemaligen Bodenklasse 6 und ev. 7 zu rechnen. Es ist zu prüfen, ob diese unterschiedlichen Bettungsbedingungen für die Rohrstatik verträglich sind.

Bei wechselnden Schichten und damit verbundenen Tragfähigkeitsänderungen der Grabensohle sind an den Übergangsstellen ggf. entsprechende Schutzmaßnahmen notwendig, um überlagerte Beanspruchungen zu vermeiden. Die Aushubsohle ist von eventuell vorhandenen gelockerten

Steinen/Blöcken zu räumen. Größere Unebenheiten sind durch den Einbau von Bettungsmaterial oder Magerbeton auszugleichen.

Um Linien- und Punktlagerungen in Fels zu vermeiden ist die Dicke der unteren Bettungsschicht a von Abwasserkanälen bei derartigem Untergrund auf $100 \text{ mm} + 1/5 \text{ DN}$ in mm, mindestens jedoch 150 mm zu erhöhen. Das Material für die Bettungsschicht muss die Anforderungen nach Abschnitt 5.3 der DIN EN 1610 erfüllen. Das Größtkorn darf bei Rohren $\leq \text{DN } 200$ maximal 22 mm und bei Rohren $\leq \text{DN } 600$ maximal 40 mm betragen. Bei größeren Nennweiten gibt es nach DIN EN 1610 keine Korngrößenbeschränkung. Für FBS-Beton- und -Stahlbetonrohre kann das Größtkorn im Auflagerbereich bis zur halben Wanddicke, höchstens jedoch 64 mm betragen. Wir empfehlen, als Bettungsmaterial Fremdmaterial zu verwenden (z. B. Schotter-Splitt-Gemisch 0/32).

Eventuelle weiche oder breiige, nicht tragfähige Bodenschichten im Sohlbereich sind auszuräumen und durch das Material der Bettung zu ersetzen. Ein Bodenaustausch muss über die gesamte Grabenbreite ausgeführt werden. Bei Wasserzutritten ist auch bei Böden mit steifer oder besserer Konsistenz damit zu rechnen, dass die Grabensohle bei der Bearbeitung aufweicht.

Um eine gleichmäßige Druckverteilung sicher zu stellen, müssen die Rohre über die gesamte Länge des Rohrschafts gleichmäßig aufliegen. Für Rohre mit Glockenmuffen sind ausreichend dimensionierte Muffenlöcher auszuheben, um Punktlagerung im Muffenbereich zu vermeiden.

In der Leitungszone ist Material nach den Anforderungen der DIN EN 1610 bzw. DIN EN 805 und der einschlägigen DVGW-Arbeitsblätter bzw. Herstelleranforderungen einzubauen. Das Größtkorn ist in Abhängigkeit vom verwendeten Rohrtyp festzulegen. Ein Größtkorn von 32 mm ist bei den meisten Abwasser-Rohrtypen verträglich. In den ZTV E-StB wird ein Größtkorn von 22 mm empfohlen. Schüttmaterial, Schütthöhe und Verdichtungsgerät müssen aufeinander abgestimmt sein. In der Leitungszone darf nur mit leichten Verdichtungsgeräten verdichtet werden. Der Einbau ist in Lagen von maximal 0,2 m - 0,3 m auszuführen. Die Anforderung an das 10%Mindestquantil des Verdichtungsgrads D_{Pr} beträgt 97%.

Die Dicke der Abdeckung über der Rohrleitung sollte i.d.R. 300 mm betragen. Eine Mindestdicke von 150 mm über dem Rohrschaft und 100 mm über der Rohrverbindung darf nicht unterschritten werden.

Wegen der Grundwasserverhältnisse ist darauf zu achten, dass kein suffosions- oder erosionsgefährdetes Bettungsmaterial zum Einsatz kommt (z.B. Sand), um einen Volumenverlust in Folge Ausspülen der Feinpartikel und dadurch bedingte Sackungen/Setzungen zu vermeiden. Gegebenenfalls

kann ein umhüllendes Geotextil als Filter- und Trennschicht eine geeignete Lösung darstellen. Wenn erforderlich, sind geeignete Vorkehrungen zur Vermeidung des Aufschwimmens zu treffen

Hauptverfüllung von Kanal- und Leitungsgräben

Die Hauptverfüllung ist gemäß den Planungsanforderungen auszuführen und lagenweise verdichtet einzubauen. Über den Rohren darf eine mechanische Verdichtung erst ab einer Schichtdicke von ≥ 300 mm erfolgen. Mittlere und schwere Verdichtungsgeräte dürfen erst ab einer Überdeckungshöhe von 1,00 m zum Einsatz kommen.

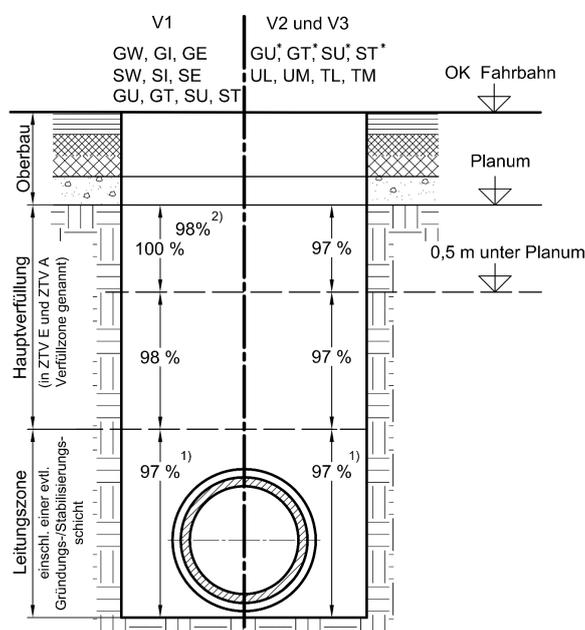
Bei der Wiederverfüllung und Verdichtung von Leitungsgräben sind die Richtlinien der ZTV E-StB 17 und der ZTV A-StB sowie DIN EN 1610 einzuhalten. In den (zurückgezogenen) ZTV A-StB 97/06 sind die für die Verfüllzone geeigneten Bodenarten in Verdichtbarkeitsklassen eingeteilt. Wir empfehlen, trotz der in den aktuell gültigen ZTV A-StB nicht mehr enthaltenen Regelungen, für die Verfüllzone Böden der Verdichtbarkeitsklasse V 1 zu verwenden, da sie wegen ihrer geringeren Wasser- und damit Witterungsempfindlichkeit in der Regel leichter zu verdichten sind als Böden der Klassen V 2 und V 3. Werden Böden der Klassen V 2 und V 3 verwendet, so muss der Wassergehalt dem optimalen Wassergehalt beim Proctorversuch entsprechen.

Gemäß ZTV E-StB und ZTV A-StB sind folgende Verdichtungsanforderungen einzuhalten:

Verdichtbarkeitsklasse nach DWA-A 139
und ZTV A-StB 97
Bodengruppen nach DIN 18196

1) Böden GU, GT, SU, ST sowie Böden der Verdichtbarkeitsklassen V2 und V3 sind im Regelblatt 15 für die Leitungszone nicht zugelassen.

2) In Geh- und Radwegen



Bei Baugruben und Gräben außerhalb von Verkehrsflächen ist mindestens die Lagerungsdichte des umgebenden Bodens einzuhalten, gemäß ZTV E-StB jedoch mindestens 97% D_{Pr} .

Das anfallende Aushubmaterial hält den Untersuchungsergebnissen zufolge die Zuordnungswerte Z 1.1 nach VwV Boden ein. Wegen der Grundwasserverhältnisse (Bemessungswasserstand 1 m unter Fertighöhe) ist der Wiedereinbau derartigen Materials als Grabenhauptverfüllung im vorliegenden Fall unter abfallrechtlichen Aspekten nicht zulässig, da der erforderliche Abstand zum Grundwasser nicht eingehalten werden kann. Möglicherweise könnte seitens der Fachbehörden einem Einbau dennoch zugestimmt werden, da es sich um eine geogene Belastung handelt und das Aushubmaterial in derselben geologischen Umgebung wieder eingebaut würde.

Die anstehenden und beim Aushub anfallenden Böden sind nach den Kriterien der zurückgezogenen ZTV A-StB 97/06 aber ohnehin nicht für das Verfüllen von Leitungsgräben geeignet (ausgeprägt plastische Böden, Bodengruppe TA). Durch eine Bindemittelbehandlung (s.u.) lassen sie sich zwar i.d.R. in einen einbaufähigen und gut verdichtbaren Zustand versetzen, der Einbau von bindemittelbehandeltem Boden im Grundwasser bzw. im Grundwasserschwankungsbereich ist aber abfallrechtlich ebenfalls nicht zulässig.

Örtliches Aushubmaterial kann ggf. in nicht setzungsempfindlichen Bereichen (Grünflächen) wieder eingebaut werden, wo keine besonderen Anforderungen hinsichtlich optimaler Verdichtbarkeit zu stellen sind und im Lauf der Zeit auftretenden Konsolidationssetzungen der Grabenverfüllung ggf. im Zuge der gärtnerischen Pflege ausgeglichen werden können.

Gut für Verfüllzwecke geeignet sind Tragschichtmaterial nach ZTV SoB-StB oder gleichwertige Schotter-Splitt-Gemische. Bei nicht güteüberwachtem Material ist dessen Eignung vor dem Einbau ggf. nachzuweisen, sofern nicht örtliche Erfahrungen hinsichtlich der Eignung vorliegen.

Das Verfüllgut ist lagenweise einzubauen und optimal zu verdichten. Die Mächtigkeit der einzelnen Lagen sollte 30-40 cm nicht überschreiten. Die Anforderung an das 10%-Mindestquantil des Verdichtungsgrades D_{Pr} in der Verfüllzone beträgt in Abhängigkeit vom eingebauten Erdstoff zwischen $\geq 97\%$ und $\geq 100\%$. Im übrigen wird auf die Vorgaben der ZTV E-StB und ZTV A-StB 12 für die Verfüllung in Straßenbereichen verwiesen.

Die Verdichtung der Grabenverfüllung ist im geforderten Umfang gemäß ZTV E-StB, Abschnitt 14 je nach gewählter Prüfmethode im Zuge der Eigenüberwachung durch den Auftragnehmer nachzuweisen. Unabhängige Kontrollprüfungen durch den Auftraggeber werden empfohlen.

Aufgrund der hydrogeologischen Situation (hoch anstehendes Grundwasser) sind an jedem Schacht und v.a. im Hangbereich je nach Gefälle in Abständen von ca. 20 m bis max. 50 m Grundwassersperrern (z.B. Lehmschlag oder Betonriegel) einzubauen, um eine Grundwasserableitung entlang der Leitungsgräben zu verhindern. Diese müssen sämtliche hydraulisch leitfähigen Schichten (Rohrauflager, Leitungszone, eventuelle bauzeitliche Dränagen) wirksam unterbrechen. Sie sind seitlich und nach unten 0,5 m in den ungestörten Baugrund einzubinden und bis auf Höhe des Bemessungswasserstands bzw. bis 1 m über den höchsten Grundwasserzutritt, aber bis höchstens 1 m unter Gelände zu führen. Bei steilen Hangneigungen bzw. bei dicht übereinander liegenden Grundwasserstockwerken sind die Abstände den örtlichen Gegebenheiten anzupassen. Derartige Maßnahmen sind frühzeitig mit dem Baugrundgutachter und der unteren Wasserbehörde abzustimmen.

Werden Grundwassersperrern nicht ausgeführt, so kann es aufgrund des dauerhaften Ableitens von Grundwasser (wasserrechtlich nicht zulässig!) zu einer weitreichenden Dränierung der Hangbereiche kommen. Hierdurch können infolge Schrumpfung durch Austrocknung Setzungen und damit verbundene Gebäudeschäden auch noch nach Jahrzehnten auftreten.

Gründung, Bauwerkshinterfüllung/Erddruck auf Bauwerke

Im Gründungsbereich von Schachtbauwerken kann mit gut bis sehr gut tragfähigem Baugrund gerechnet werden.

Der Erddruck auf erdeinbindende Bauwerke für deren statische Bemessung ist u. a. vom für die Verfüllung verwendeten Material (Kennwerte s. Abschnitt 4.4), von dessen Verdichtung und von der Arbeitsraumbreite abhängig. Hier ist der Erdruchdruck E_0 , mindestens jedoch:

- bei einer Arbeitsraumbreite $\leq 1,0$ m ein Verdichtungserddruck von 40 kN/m²
- bei einer Arbeitsraumbreite $\geq 2,5$ m ein Verdichtungserddruck von 25 kN/m²

anzusetzen. Zwischenwerte können linear interpoliert werden.

5.2 Wasserhaltung im Bauzustand

In den Kanal- und Leitungsgräben kann es zu (voraussichtlich sehr geringen) Grundwasserzutritten kommen, die eventuell eine Wasserhaltung erforderlich werden lassen können. Bei nur geringen Grundwasserzutritten ist dies in Form einer offenen Wasserhaltung möglich.

Für eine belastbare Abschätzung des Grundwasserandrangs in den Gräben liegt keine ausreichende Datengrundlage vor, da der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert der anstehenden Böden nur anhand der Bodenansprache grob geschätzt werden kann.

Hanglehm und Verwitterungston können als nahezu undurchlässig angesehen werden. Zu Grundwasserzutritten in Gräben kann es in klüftigen Abschnitten im Tonstein sowie auf klüftigen Kalksteinbänken kommen. In diesen etwas besser durchlässigen Bereichen kann der Durchlässigkeitsbeiwert grob mit $k_f \approx 10^{-7} - 10^{-6}$ m/s abgeschätzt werden.

Die nachfolgende überschlägige Ermittlung des Grundwasserandrangs in Gräben erfolgt unter Annahme eines an der ungünstigen Seite des zu erwartenden Wertespektrums geschätzten Durchlässigkeitsbeiwerts von $k_f = 5 \cdot 10^{-7}$ m/s sowie als Grenzwertbetrachtungen mit $k_f = 5 \cdot 10^{-6}$ m/s und $k_f = 1 \cdot 10^{-8}$ m/s.

Die gemessenen Grundwasserstände liegen ca. 1,5 - 2,7 m unter Gelände, i.M. bei $\approx 2,2$ m unter Gelände. Bei einem angenommenen 3 m tiefen Kanalgraben wird demnach eine Grundwasserabsenkung von i.M. ca. 0,8 m erforderlich. Sollte der Grundwasserstand bauzeitlich bis zum vorgeschlagenen Bemessungswasserstand in 1 m Tiefe unter Gelände ansteigen, so wäre eine Grundwasserabsenkung um ca. 2 m erforderlich.

Nach SICHARDT (Reichweite der Grundwasserabsenkung) und DUPUIT & THIEM bzw. CHAPMANN² (Abschätzung des Grundwasserandrangs zu einem Graben bei offener Wasserhaltung) ergeben sich folgende Rechengrößen (Berechnungsblätter s. Anlage 7):

Grundwasserabsenkung s [m]	Reichweite der Grundwasserabsenkung R [m]	Grundwasserandrang pro 10 m Grabenlänge Q [l/s]
0,8	1 (0,1 - 3)	0,07 (0,01 - 0,22)
2,0	2 (0,4 - 8)	0,08 (0,01 - 0,24)

Diese Abschätzung stellt im vorliegenden Fall ein worst-case-Szenario dar, da die Berechnungsmethode von einem Grundwasserzufluss über die gesamte Höhe der Grabenwand unterhalb des Grundwasserspiegels ausgeht. Tatsächlich wird es aber nur zu Grundwasserandrang in wahrscheinlich geringmächtigen Schichtabschnitten kommen, so dass der gesamte Grundwasserzufluss voraussichtlich geringer als berechnet sein wird.

²zit. z.B. in: Herth, W., Arndts, E. (1994): Theorie und Praxis der Grundwasserabsenkung. 3. Aufl. Berlin (Ernst).

Die anfallenden Wassermengen werden demnach gering und wasserwirtschaftlich von untergeordneter Bedeutung sein. Eine offene Wasserhaltung im Graben dürfte ausreichend sein. Bei günstigen Witterungsbedingungen vor und während der Bauausführung können die Gräben auch trocken bleiben.

Bei der Einleitung von Grundwasser in die Kanalisation oder in ein Gewässer sind nach unserer Kenntnis folgende Grenzwerte einzuhalten:

Parameter	Kanalisation*	Gewässer
pH-Wert	6,5 - 10,0	6,5- 8,5
absetzbare Stoffe nach ½ Std.	1,0 ml/l	0,3 ml/l
abfiltrierbare Stoffe nach DIN EN 872	--	100 mg/l
Kohlenwasserstoffe ges. nach DEV V H53	20 mg/l	5,0 mg/l
chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW)	0,05 mg/l	0,01 mg/l

*Vorgaben der örtlichen Entwässerungssatzung bleiben hiervon unberührt

Zur Einhaltung der Grenzwerte ist gegebenenfalls die Zwischenschaltung eines Absetzbeckens und bei Ableitung von durch Beton verdrängtem oder mit frischem Beton in Berührung gekommenem Wasser einer Neutralisation erforderlich.

Sollte eine Grundwasserableitung/-absenkung erforderlich werden, so ist zu Beginn eine Grundwasserprobe zu entnehmen und nach den in Abschnitt 5.7 (Wasserrechtlicher Hinweis) genannten Vorgaben zu untersuchen. Zum Ende der Wasserhaltung vor der Grabenverfüllung wird die Entnahme und Untersuchung einer weiteren Grundwasserprobe gefordert.

Bei einer zeitweiligen Grundwasserabsenkung bzw. -ableitung während der Bauzeit sind angesichts der geringen Wassermenge und Reichweite der Absenkung keine schädlichen Auswirkungen auf die Nachbargrundstücke bzw. die Nachbarbebauung zu erwarten.

Eine dauerhafte Ableitung von Grundwasser (z.B. durch Dränagen oder die gut wasserdurchlässige Rohrbettung) ist wasserrechtlich nicht zulässig. Außerdem können durch eine dauerhafte Grundwasserabsenkung in bindigen Böden auch Schrumpfungen infolge Austrocknung im Umfeld der Baumaßnahme und damit verbundene setzungsbedingte Gebäudeschäden auch noch nach Jahren auftreten.

Aufgrund der hydrogeologischen Situation (hoch anstehendes Grundwasser) sind daher an jedem Schacht und ggf. auch in den Haltungen Grundwassersperrern (z.B. Lehmschlag oder Betonriegel) einzubauen, um eine dauerhafte Grundwasserableitung entlang der Leitungsgräben zu verhindern. Diese müssen sämtliche hydraulisch leitfähigen Schichten (Rohraufleger, Leitungszone, eventuelle bauzeitliche Dränagen) wirksam unterbrechen. Sie sind seitlich und nach unten 0,5 m in den ungestörten Baugrund einzubinden und bis auf Höhe des Bemessungswasserstands in 1 m unter Fertighöhe der Straßen zu führen.

5.3 Verkehrsflächen

Bei der Bemessung und Ausführung von Verkehrsflächen empfehlen wir, die Richtlinien der RStO 12, der ZTV E-StB 17 und der ZTV T-StB 95 bzw. ZTV SoB-StB und ZTV Beton-StB zu beachten.

Bei der Erschließung von Baugebieten ist nach RStO12 in der Regel ein stufenweiser Ausbau der Fahrbahnbefestigung vorzusehen, dessen erste Ausbaustufe den zu erwartenden Baustellenverkehr aufnehmen muss. Dafür sind in der Regel Bauweisen zu wählen, die Tragschichten mit Bindemitteln aufweisen. Soll nach weitgehender Fertigstellung der angrenzenden Bebauung der vollständige Aufbau hergestellt werden, ist der Zustand der verbleibenden Teilbefestigung gemäß RStO, Abschnitt 4, zu berücksichtigen. Bei der Ermittlung der Belastungsklasse ist der Baustellenverkehr zu berücksichtigen.

Gemäß RStO sind die Erschließungsstraßen unter Berücksichtigung des Baustellenverkehrs wahrscheinlich der Belastungsklasse Bk1,0 zuzuordnen. Eine diesbezüglich verbindliche Festlegung kann jedoch nicht durch unser Büro erfolgen und ist noch vorzunehmen.

Auf dem Erdplanum frostempfindlicher Böden wird bei Regelbauweisen nach RStO ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ verlangt. An der Oberkante des Oberbaus (ungebundene Tragschicht) werden in Abhängigkeit von der Bauweise bestimmte 10%-Quantile des E_{v2} -Werts gefordert. Die Anforderungen bei Wegen betragen $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$ bzw. $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ (bei einer Decke ohne Bindemittel) und bei Straßen je nach Bauweise $E_{v2} \geq 120\text{-}150 \text{ MN/m}^2$ (Belastungsklassen Bk100 - Bk1,0) bzw. $E_{v2} \geq 100\text{-}120 \text{ MN/m}^2$ (Belastungsklasse Bk0,3). Die auf dem Erdplanum und der Tragschicht geforderten Verformungsmoduln sind durch Plattendruckversuche nach DIN 18 134 nachzuweisen.

Die im Bereich des voraussichtlichen Erdplanums anstehenden Böden der Bodengruppe TA sind der Frostempfindlichkeitsklasse F 2 (mittel frostempfindlich) nach ZTV E-StB zuzuordnen.

Demnach sind nach RStO dimensionierte Frostschutz- und Tragschichten aufzubringen. Sofern nicht örtliche Erfahrungen oder spezielle Untersuchungen zur Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus vorliegen, kann diese Dicke unter Berücksichtigung der Frostempfindlichkeit des Bodens aus den „Ausgangswerten für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus“ in cm (RStO 12, Abschnitt 3.2.2, Tabelle 6) und den „Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse“ (RStO, Abschnitt 3.2.3, Tabelle 7) errechnet werden (alle Angaben in der nachfolgenden Tabelle in Zentimeter):

Belastungsklasse	Bk100-Bk10		Bk3,2-Bk1,0		Bk0,3	
	F 2	F 3	F 2	F 3	F 2	F 3
Frostempfindlichkeitsklasse des Erdplanums	F 2	F 3	F 2	F 3	F 2	F 3
Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus	55	65	50	60	40	50
Mehr- oder Minderdicke infolge örtlicher Verhältnisse						
Frosteinwirkung: Zone II			5			
kleinräumige Klimaunterschiede: keine			0			
Wasserverhältnisse ³ : <1,5 m unter Planum			5			
Lage der Gradienten: GOK bis Damm ≤2m			0			
Entwässerung: Abläufe und Rohrleitungen			-5			
Mindestdicke einschl. Zu-/Abschläge	60	70	55	65	45	55

Gemäß RStO, Abschnitt 3.2 ist demnach unter Berücksichtigung der entsprechenden Zu- und Abschläge eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus von 0,55 m in der Belastungsklasse Bk1,0 erforderlich.

Die angegebene Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus gilt für einen frostempfindlichen Untergrund mit einem Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ auf dem Erdplanum.

Wegen der im voraussichtlichen Niveau des Erdplanums von Verkehrsflächen anstehenden ausgeprägt plastischen Böden in vorwiegend steifer Konsistenz kann eine für Standardbauweisen nach RStO auf frostempfindlichem Untergrund ausreichende Tragfähigkeit des Erdplanums im Sinne eines ausreichenden Verformungsmoduls im vorliegenden Fall nicht erwartet werden.

³ Grund- oder Schichtwasser kann dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum vorkommen

Es ist daher das Erfordernis besonderer Maßnahmen zur Tragfähigkeitserhöhung wie z.B. eine Bodenverbesserung (z.B. durch Bindemittelzugabe oder Bodenaustausch), eine Bodenverfestigung gemäß ZTV E-StB bzw. ZTV Beton-StB oder eine Erhöhung der Tragschichtdicke absehbar. Außerdem kann die Tragschicht durch Einbau von geeigneten Geogittern als Bewehrung oder durch Zugabe von Tragschichtbinder verbessert werden.

Die bei Bodenverbesserungsmaßnahmen erreichbare Qualität ist stark von der möglichst homogenen Einmischung des hydraulischen Bindemittels in den Boden abhängig. Optimale Ergebnisse werden mit Bodenfräsen erzielt. Bei Einsatz von Raupen mit Reißzähnen o.ä. wird oft nicht die erwartete Verbesserung erreicht. Bei der Wahl des Bindemittels ist eine eventuell bestehende Nachbarbebauung zu berücksichtigen, da z.B. ungelöschter Kalk ätzend wirkt. Bei innerörtlicher Lage wird die Eignung von Bodenverbesserungsmaßnahmen aufgrund möglicher Verwehungen von Bindemittel generell eingeschränkt sein.

Die anstehenden Böden der Bodengruppe TA sind schwer bearbeitbar bei einer Bindemittelbehandlung. Zum einen ist die erforderliche Wassergehaltsreduktion wegen der ausgeprägten Plastizität vergleichsweise groß (-hohe Bindemittelgaben erforderlich) und zum anderen lässt sich in derartiger Boden beim Fräsen nur schwer (i.d.R. nur mit mehreren Fräsdurchgängen) eine krümelige Bodenstruktur mit hinreichend kleinen Bodenaggregaten erreichen.

Falls eine Bodenverbesserung durch Bindemittelbehandlung erwogen wird, ist der Einsatz von Weißfeinkalk oder Mischbinder mit hohem Kalkanteil (C70, C90) zu empfehlen. Andere Mischungsverhältnisse bei Mischbindern sind möglich, jedoch zu Lasten eines höheren Bindemittelanteils und ev. geringerer Festigkeit.

Überschlägig kann von einer Verringerung des Wassergehalts von 1-2 % bei Zugabe von 1 M-% Bindemittel ausgegangen werden. 2-6 M-% Bindemittelzugabe sollten nicht überschritten werden. Generell ist zu empfehlen, die erforderliche Bindemittelzugabe auf Testfeldern zu ermitteln.

Die Wassergehalte der im voraussichtlichen Erdplanumsniveau anstehenden bindigen Böden schwanken stark und lagen zum Zeitpunkt der Baugrunderkundung bei ca. 23 - 30 %. Der optimale Wassergehalt dieser Böden kann grob mit ca. 19 - 23% abgeschätzt werden, so dass meist eine Bindemittelzugabe erforderlich werden wird.

Die erforderliche Wassergehaltsverringerung beträgt bei Böden in steifer Konsistenz größenordnungsmäßig ca. 2 - 5%, womit sich die erforderliche Bindemittelzugabe im Minimum mit ca. 30 kg/m³ und im Maximum mit bis zu 70 - 80 kg/m³ abschätzen lässt.

Etwas trockenere Böden in steif-halbfester Konsistenz werden voraussichtlich nur eine Wassergehaltsverringering von ca. 1 - 2% erfordern, was mit Bindemittelzugaben von ca. 15 - 30 kg/m³ erreichbar sein dürfte.

Sollten oberflächennah trockene Böden in halbfester Konsistenz mit Wassergehalten unter 20% anstehen, so ist ein ausreichender Verdichtungsgrad in diesen voraussichtlich auch ohne Bindemittelzugabe erreichbar. Allerdings kann ein ausreichender Verformungsmodul ($E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$) ohne Bindemittelzugabe kaum erwartet werden. In derartigen Böden ist das Erfordernis einer Wasserzugabe absehbar, um die hydraulische Reaktion des Bindemittels zu ermöglichen.

Durch Zugabe von Bindemittel verändern sich neben dem Wassergehalt auch die plastischen Eigenschaften, die Konsistenz sowie die Verdichtungseigenschaften. Die tatsächlich erforderliche Bindemittelmenge ist u.a. auch witterungsabhängig und kann daher nicht zuverlässig vom aktuellen Wassergehalt der zu bearbeitenden Böden abgeleitet werden. Bei anhaltend niederschlagsreicher Witterung muss mit starker Behinderung oder sogar vollständiger Einstellung der Erdarbeiten gerechnet werden.

Im Bedarfsfall sind Testfelder zur Ermittlung der optimalen Bindemittelzugabemenge und Dicke der Bodenverbesserung anzulegen oder Eignungsprüfungen durchzuführen. Die Bodenverbesserung ist so zu dimensionieren, dass auf dem Planum der geforderte Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erreicht wird und darauf ein Regelaufbau nach RStO hergestellt werden kann.

Im Fall eines Bodenaustauschs werden nicht ausreichend tragfähige Schichten unterhalb des Erdplanums ausgeräumt und durch gut verdichtbares, lagenweise bei optimaler Verdichtung eingebautes, körniges Fremdmaterial ersetzt. Die Mächtigkeit des Bodenaustauschs richtet sich nach dem Verformungsmodul des Untergrunds und den Verdichtungseigenschaften des Austauschmaterials und sollte auf Testfeldern bestimmt werden. Der Bodenaustausch ist so zu bemessen, dass an dessen Oberkante ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erreicht wird und darauf ein Regelaufbau nach RStO hergestellt werden kann.

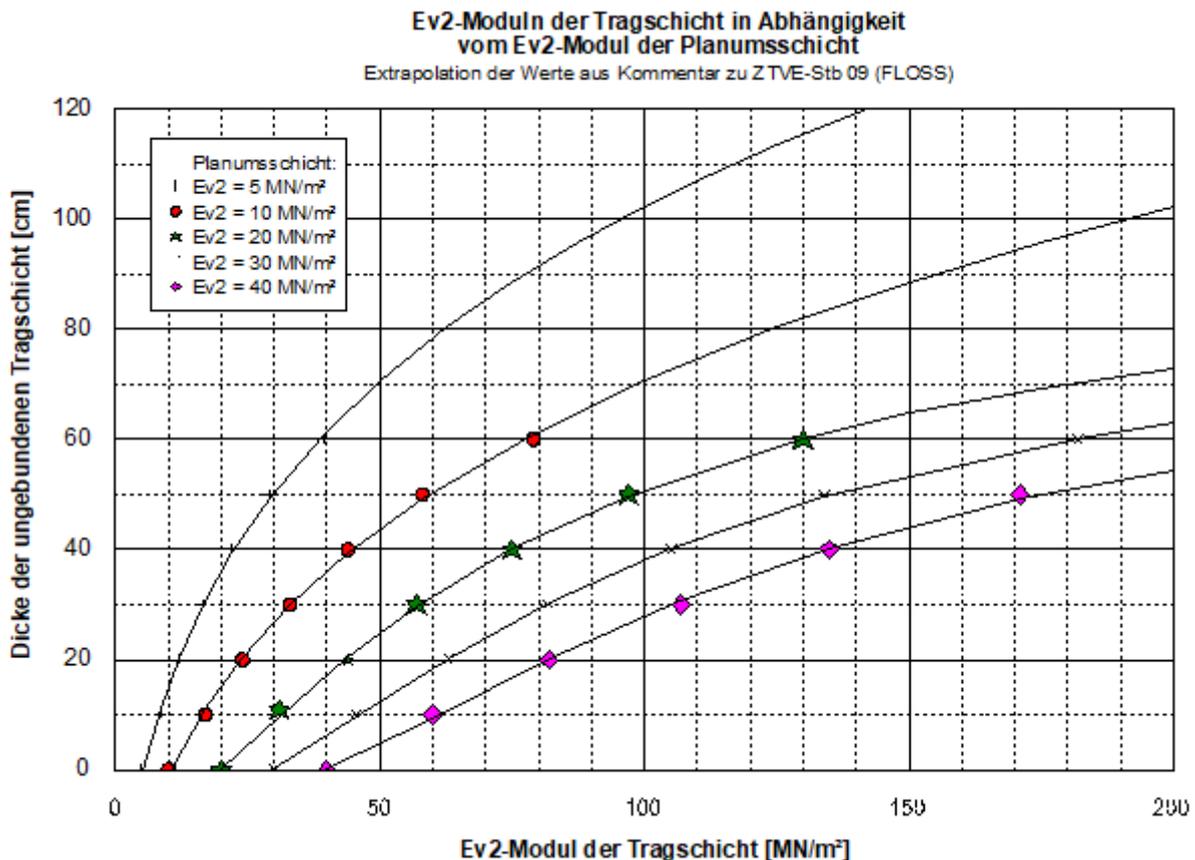
Der auf dem verdichteten Erdplanum bei guter Witterung erreichbare Verformungsmodul wird bei dem anstehenden Boden auf ca. $E_{v2} \approx 10\text{-}15 \text{ MN/m}^2$ geschätzt. Bei einem Bodenaustausch auf derartigem Untergrund sind materialabhängig in etwa folgende Austauschdicken absehbar, um einen Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ auf dem Erdplanum zu erreichen:

Siebschutt: $D \approx 40 - 60 \text{ cm}$ (nicht oder wenig bindig)
STS FSS 0/45: $D \approx 30 - 40 \text{ cm}$
Beton-RC: $D \approx 25 - 35 \text{ cm}$

Die Erhöhung der Mächtigkeit der ungebundenen Tragschicht ist als Variante des Bodenaustausches zu betrachten. Hierbei wird die Tragschichtmächtigkeit soweit erhöht, dass der an Oberkante Tragschicht geforderte Verformungsmodul trotz zu geringem Verformungsmodul auf dem Erdplanum erreicht werden kann.

Ein Bodenaustausch mit körnigem, nichtbindigem Fremdmaterial oder eine Erhöhung der Tragschichtmächtigkeit kann auch bei niederschlagsreicher Witterung ausgeführt werden. Gegebenenfalls kann auf dem Erdplanum als unterste Lage der Einbau einer Lage Grobschotter („Schroppen“, z.B. 0/100 oder 0/150, $D \approx 15 - 20 \text{ cm}$) oder eines zug- und reißfesten Geotextils mindestens der Georobustheitsklasse GRK 4 erwogen werden, um ein Einarbeiten des Austausch- bzw. Tragschichtmaterials in den Untergrund zu verhindern.

Folgendes Diagramm, angelehnt an den Kommentar zu den ZTV E-StB 09, Abschnitt 4.5, gibt den Zusammenhang zwischen der Dicke des Oberbaus (ungebundene Tragschicht) und dem E_{v2} -Modul des Planums (OK Tragschicht) für verschiedene E_{v2} -Moduln des Rohplanums wieder:



Bei dem auf steifem, ausgeprägt plastischem Boden auf dem verdichteten Erdplanum bei guter Witterung geschätzt erreichbaren Verformungsmodul von ca. $E_{v2} \approx 10-15 \text{ MN/m}^2$ lassen sich etwa folgende Dicken der Schottertragschicht (ggf. einschl Frostschutzschicht) abschätzen, um einen

den Anforderungen der RStO je nach Bauweise genügenden Verformungsmodul an deren Oberkante zu erreichen:

Anforderung:	erf. Dicke der Schottertragschicht
$E_{v_2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$:	$D \approx 60 - 70 \text{ cm}$
$E_{v_2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$:	$D \approx 65 - 80 \text{ cm}$
$E_{v_2} \geq 150 \text{ MN/m}^2$:	$D \approx 75 - 90 \text{ cm}$

Vor der Herstellung des Oberbaus empfehlen wir jedoch, die tatsächliche Festigkeit des verdichteten Planums mittels Plattendruckversuchen nach DIN 18 134 zu überprüfen (können ggf. durch unser Büro durchgeführt werden), um eine Tragschichtdimensionierung anhand tatsächlich gemessener Werte zu ermöglichen.

Das obige Diagramm liefert nur für die auf Tragschichten bis 0,60 m Dicke erreichbaren Verformungsmoduln abgesicherte Angaben. Da im vorliegenden Fall voraussichtlich eine größere Tragschichtdicke erforderlich wird, stellen die obigen Angaben nur eine Schätzung auf Grundlage einer Extrapolation dar und es ist die Anlage von Testfeldern zur Überprüfung des tatsächlich erreichbaren Verformungsmoduls auf der vorgeschlagenen Tragschicht erforderlich.

Zur Schaffung des Erdplanums ist der humose Oberboden abzutragen.

Insbesondere bei wasserdurchlässigen Belägen ist das Erdplanum bereits mit ausreichendem Gefälle herzustellen, um einen Wasserabfluss zu ermöglichen und es sind Dränschichten und Dränagen an der Basis der Tragschicht vorzusehen. Weitere Hinweise hierzu können dem „Merkblatt für versickerungsfähige Verkehrsflächen“ (MW) entnommen werden. Bei der Ausführung wasserdurchlässiger Pflasterbeläge auf gering durchlässigem Untergrund sind weitere Anforderungen zu beachten⁴.

Bei bindigen Böden spielt der aktuelle Wassergehalt eine große Rolle. Sollte es während der Erdarbeiten zu Niederschlägen kommen, darf das ungeschützte Erdplanum nicht befahren werden, um Aufweichungen durch Walkbeanspruchung zu vermeiden. Während der Bauarbeiten ist das Erdplanum wasserfrei zu halten. Hierzu ist ein ausreichendes Quergefälle zur Ableitung von Niederschlagswasser während der Bauphase bzw. von Sickerwasser nach Fertigstellung des Oberbaus vorzusehen.

⁴ siehe z.B. HANSES, U., WOLF, G., HOFMANN, T.: Wasserdurchlässiges Pflaster auf gering durchlässigem Untergrund, Tiefbau Ingenieurbau Straßenbau, April 1999, Heft 4, S. 61-69.

Das erforderliche Querneigungsgefälle ist u.a. von der Ausführung der Randbereiche abhängig, muss bei bindemittelstabilisiertem Erdplanum jedoch mindestens 2,5% und bei nicht bindemittelstabilisiertem Erdplanum mindestens 4% betragen.

Für längere Zeit unmittelbar befahrene Flächen und bei Winterbaustellen sind besondere Maßnahmen zur Sicherung der Planumsflächen vorzusehen. Ein Einbau auf gefrorener Unterlage ist nicht zulässig.

Für den Wiedereinbau bestimmte Massen sind witterungsgeschützt zwischenzulagern (Mieten mit glatt abgewalzter Oberfläche und Quergefälle oder sturmsicher angebrachte Folienabdeckung), um die Einbaufähigkeit zu erhalten (Wassergehalt!). Aufgeweichtes bindiges Aushubmaterial lässt sich beim Einbau nicht ausreichend verdichten.

Der Einbau von Massen ist lagenweise (0,2 bis 0,4 m Lagenstärke) mit geeigneten Verdichtungsgeräten vorzunehmen. Der Verdichtungserfolg ist durch Eigenüberwachungsprüfungen des Auftragnehmers im Umfang gemäß ZTV E-StB Abschnitt 14 sowie durch Kontrollprüfungen des Auftraggebers nachzuweisen (können ggf. durch unser Büro ausgeführt werden).

Sämtliche Böden und Baustoffgemische für Tragschichten sollen die Anforderungen der TL SoB-StB erfüllen und nach TL G SoB-StB güteüberwacht sein. Baustoffe aus industriell hergestellten Gesteinskörnungen und RC-Baustoffe sind zudem auf Eignung und Reinheit gemäß TL Gestein-StB bzw. TL G SoB-StB und UVM-Erlass zu prüfen. Weiterhin sind ggf. die Regelwerke RuA-StB, RuVA-StB und RiStWag zu beachten.

Bei Erdarbeiten für Planumsschichten, Dämme, Baugruben und Gräben sowie für das Hinterfüllen von Bauwerken nehmen Verdichtungsprüfungen einen vorrangigen Stellenwert bei der Qualitätssicherung ein.

Bereits bei der Ausschreibung ist in der Leistungsbeschreibung die Prüfmethode gem. Abschn. 14.2 ZTV E-StB, das geeignete Verdichtungskriterium und die geeigneten Prüfverfahren gem. Abschn. 14.3 ZTV E-StB ggf. mit den erforderlichen Kalibrierungen im Rahmen der Probeverdichtung gem. Abschnitt 4.3.1.1 ZTV E-StB festzulegen. Der Einsatz indirekter Prüfverfahren bedarf der vorherigen Vereinbarung zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer.

Kontrollprüfungen durch den Auftraggeber sind ggf. je nach gewählter Prüfmethode im Umfang der Eigenüberwachungsprüfungen des Unternehmers zusätzlich durchzuführen und sollten zweck-

mäßigerweise zusammen mit der Eigenüberwachung erfolgen. Eigenüberwachungsprüfungen im Beisein des Auftraggebers können als Kontrollprüfungen gewertet werden.

Aus dem Erfordernis von Eigenüberwachungsprüfungen durch den Auftragnehmer sowie von Kontrollprüfungen durch den Auftraggeber können sich doppelte und an der gleichen Stelle durchgeführte Verdichtungskontrollen ergeben. Im Hinblick auf eine sinnvolle und vom Umfang her wirtschaftliche Verdichtungsprüfung kann dem Auftragnehmer vorgegeben werden, ein unabhängiges, vorzugsweise dem Auftraggeber bekanntes und als vertrauenswürdig eingestuftes Institut für die baubegleitenden Eignungs-, Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen zu beauftragen. Die Kosten teilen sich dann Auftragnehmer und Auftraggeber. Dies ist im Leistungsverzeichnis detailliert festzulegen und zu beschreiben. Hierbei können wir im Bedarfsfall behilflich sein.

Verdichtungskontrollen sowohl im Zuge der Eigenüberwachung als auch Kontrollprüfungen können im Bedarfsfall durch unser Institut ausgeführt werden.

5.4 Bebauung

Nähere Angaben zur geplanten Bebauung liegen uns nicht vor. Da es sich um ein allgemeines Wohngebiet handelt, ist von der Errichtung nicht oder einfach unterkellertes Wohngebäude mit EFH-Niveaus etwa im Bereich der jetzigen Geländeoberfläche und Baugrubentiefen von max. ca. 3,5 m auszugehen.

5.4.1 Baugruben

Bei der Herstellung von Baugruben sind die Vorgaben der DIN 4124 einzuhalten. Wenn das anschließende Gelände höchstens flach geneigt ist ($\leq 1 : 2$ bei mindestens steifen bindigen Böden bzw. $\leq 1 : 10$ bei nichtbindigen oder weichen bindigen Böden), können nicht verbaute Baugruben in bindigem oder gemischtkörnigem Baugrund von mindestens steifer Konsistenz bis zu einer Höhe von 1,25 m senkrecht abgegraben werden bzw. bis zu 1,75 m, wenn der oberste halbe Meter unter 45° abgeböschert wird.

Tiefere Baugruben und Gräben sind zu böschern oder zu verbauen. Der zulässige Böschungswinkel ist u.a. abhängig von den bodenmechanischen Eigenschaften des Baugrunds. Nach DIN 4124, Abschnitt 4.2.4 sind für Böschungen bis 5 m Höhe folgende Böschungswinkel β ohne rechnerischen Standsicherheitsnachweis maximal zulässig:

- | | |
|--|---|
| a) nichtbindige oder weiche, bindige Böden | $\beta \leq 45^\circ$ |
| b) steife bis halbfeste bindige Böden | $\beta \leq 60^\circ$ (Hanglehm, Verwitterungston) |
| c) Fels | $\beta \leq 80^\circ$ (fester Tonstein und Kalkstein) |

Bei Böschungshöhen über 5 m ist der rechnerische Nachweis der Standsicherheit zu erbringen oder ein Verbau vorzusehen. Dies gilt auch für Böschungshöhen <5 m bei gestörtem oder ungünstigem Bodengefüge, unverdichtet geschüttetem Baugrund, wenn das Gelände oberhalb der Böschungskrone steiler als 1 : 2 bzw. 1 : 10 ansteigt, die Standfestigkeit durch Wasserandrang beeinträchtigt ist, vorhandene Gebäude oder sonstige bauliche Anlagen (Verkehrsflächen, Leitungen, usw.) gefährdet sind oder die Mindestabstände nach DIN 4124 für Fahrzeuge und Baugeräte nicht eingehalten werden können⁵.

Danach und nach den vorliegenden Untergrundverhältnissen können Baugrubenwände bei den im privaten Wohnungsbau üblichen Baugrubentiefen von bis zu ca. 3,5 m und ausreichenden Platzverhältnissen und Einhaltung der vorgenannten Anwendungsgrenzen hinsichtlich Geländeneigung voraussichtlich größtenteils frei unter einem Winkel von $\beta \leq 60^\circ$ abgeböschert werden.

Bei tieferen Baugruben und/oder Grundwasserandrang sowie beim Auftreten von Bodenschichten mit einer Konsistenz schlechter als steif können besondere Anforderungen an die Baugrubengestaltung (flachere Böschung, Bermen, Verbau) erforderlich werden.

Nach dem Ergebnis der Baugrunderkundung ist in Baugruben mit (voraussichtlich schwachem bis sehr schwachem) Grundwasserandrang zu rechnen. Bei der Einleitung von Grundwasser in die Kanalisation oder in ein Gewässer sind nach unserer Kenntnis folgende Grenzwerte einzuhalten:

Parameter	Kanalisation	Gewässer
pH-Wert	6,5 - 10,0	6,5- 8,5
absetzbare Stoffe nach ½ Std.	1,0 ml/l	0,3 ml/l
abfiltrierbare Stoffe nach DIN EN 872	-.-	100 mg/l
Kohlenwasserstoffe ges. nach DEV V H53	20 mg/l	5,0 mg/l
chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW)	0,05 mg/l	0,01 mg/l

⁵Lastfreie Zone ≥ 1 m für Baugeräte bis 12 t Gesamtgewicht und Fahrzeuge, die die zulässigen Achslasten nach § 34 Abs. 4 StVZO einhalten (PKW, LKW, Omnibusse, übliche Lastzüge). Lastfreie Zone ≥ 2 m für Baugeräte mit >12 t bis 40 t Gesamtgewicht und Fahrzeuge, die die zulässigen Achslasten nach § 34 Abs. 4 StVZO überschreiten.

Zur Einhaltung der Grenzwerte ist gegebenenfalls die Zwischenschaltung eines Absetzbeckens und eventuell einer Neutralisation erforderlich.

Eine dauerhafte Ableitung von Grundwasser (z.B. durch Dränagen) ist wasserrechtlich nicht zulässig. Außerdem führt dies bei Kanalanschluss zu einem dauerhaften Wassereintrag in die öffentliche Kanalisation, was von deren Trägern nicht toleriert wird. Weiterhin können durch eine dauerhafte Grundwasserabsenkung in bindigen Böden auch Schrumpfungen infolge Austrocknung im Umfeld der Baumaßnahme und damit verbundene setzungsbedingte Gebäudeschäden auch noch nach Jahren auftreten.

Um eine dauerhafte Ableitung von Grundwasser aus Baugruben bzw. deren Arbeitsraumverfüllung zu vermeiden, sind daher in den Gräben der Ver- und Entsorgungsleitungen am Rand der Baugruben Grundwassersperren (Lehmschlag oder Betonriegel) bis auf Höhe des Bemessungswasserstands, höchstens jedoch bis 1 m unter Gelände herzustellen. Diese sind seitlich und nach unten 0,5 m in den ungestörten Baugrund einzubinden und müssen sämtliche hydraulisch leitfähigen Schichten (Rohrauflager, Leitungszone, eventuelle bauzeitliche Dränagen) wirksam unterbrechen.

Das beim Baugrubenaushub anfallende Bodenmaterial ist zur Baugrubenverfüllung wenig geeignet, da es sich aufgrund seiner ausgeprägt plastischen Eigenschaften nicht setzungsarm verdichten lässt. Falls Material im Bereich von Außenanlagen dennoch eingebaut wird, muss über lange Zeiträume hinweg (Jahrzehnte) mit langsamen Konsolidationssetzungen und ggf. dem wiederholten Erfordernis gärtnerischer Maßnahmen (Auffüllung und Wiedereinsaat abgesunkener Bereiche) gerechnet werden.

Ohnehin weist das oberflächennahe Bodenmaterial eine Belastung mit Arsen auf und entspricht der Qualitätsstufe Z 1.1 nach VwV Boden. Eine uneingeschränkte Verwertung derartigen Materials ist nicht zulässig, vor allem nicht im Grundwasser bzw. Grundwasserschwankungsbereich (s. hierzu auch Abschnitt 5.5).

5.4.2 Gründung

An dieser Stelle können nur allgemeine Hinweise zur Gründung gegeben werden. Diese können eine objektspezifische Gründungsberatung unter Berücksichtigung der konkreten Planung (insbesondere abzutragende Lasten und Fundamentgeometrie) nicht ersetzen. Zur Konkretisierung ist eine weitere Baugrunderkundung erforderlich, die in Art und Umfang auf die jeweilige Planung abzustimmen ist.

Die Gründungssohle oberflächennaher Außenfundamente muss gemäß DIN 1054 frostfrei in einer Tiefe von $\geq 0,80$ m liegen, sofern nicht lokale Einflussgrößen eine größere Gründungstiefe erforderlich machen. Zum Schutz gegen Austrocknung und der damit verbundenen Schrumpfgefahr mittel und ausgeprägt plastischer Böden ist jedoch eine Einbindung von $\geq 1,80$ m für oberflächennahe Außenfundamente dringend zu empfehlen. Entsprechende Austrocknungstiefen wurden in jüngster Zeit in vergleichbaren Böden beobachtet.

Mögliche Gründungssohlen nicht unterkellerten Gebäude werden in steifem, ausgeprägt plastischem Hanglehm liegen. Bei unterkellerten Gebäude liegen die Gründungssohlen in stark verwittertem Tonstein und Ton von halbfester bis fester Konsistenz (oberer Hangbereich) bzw. in festem Tonstein mit Kalksteinbänken (unterer Hangbereich).

Unter Grundwassereinfluss kann örtlich und abschnittsweise auch nur steife oder steif-weiche Konsistenz vorliegen. Derartige Böden sind im Gründungsbereich auszuräumen.

Die anstehenden Böden weisen aufgrund ihrer stark plastischen Eigenschaften nur eine mäßige Tragfähigkeit auf und sind kompressibel/setzungsfähig, jedoch in der Regel für eine Wohnbebauung bei mäßigen Lasten ausreichend tragfähig. Eine Gründung in steifem Hanglehm wird nur bei geringeren Bemessungsgrößen und unter Inkaufnahme von höheren, langanhaltenden Konsolidationssetzungen möglich sein, wogegen fester Tonstein auch höhere Lasten bei geringeren Setzungen aufnehmen kann.

Nach den vorliegenden Untergrundverhältnissen dürfte in der Regel eine konventionelle Gründung mit Streifen- und Einzelfundamenten oder mit einer nach verformungsabhängigen Verfahren bemessenen Gründungsplatte möglich sein. Die Gründung ist generell in Schichten einheitlichen Tragverhaltens vorzunehmen.

In einfachen Fällen (geringe Lasten bei gleichmäßiger Lastverteilung) kann der Bemessungswert des Sohlwiderstands für Streifen- und Einzelfundamente nach DIN 1054 Abschnitt 6.10 und der Tabelle A 6.8 sowie Bild A 6.3 ermittelt werden. Die übrigen Vorgaben und Einschränkungen der Norm sind ebenfalls zu beachten.

5.4.3 Bauwerksabdichtung und Entwässerung

Allgemeines

Erdberührte Gebäudeteile sind gegen Durchfeuchtung aus dem Untergrund zu schützen. Neben immer vorhandenem, kapillar gebundenem Wasser (Bodenfeuchte) und der Schwerkraft folgend zur Tiefe hin fließendem Sickerwasser nach Niederschlägen (nicht drückendes Wasser) kann sich bei gering wasserdurchlässigem Untergrund in die Arbeitsräume eindringendes Niederschlags-, Schicht- und Sickerwasser an der Baugrubensohle aufstauen, wenn es nicht ausreichend schnell zur Tiefe hin versickern kann. Um eine Beanspruchung erdberührter Gebäudeteile durch drückendes Wasser bei gering wasserdurchlässigem Untergrund zu verhindern, stellt eine Dränanlage in Verbindung mit einer Abdichtung gegen Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser die angemessene und i.d.R. kostengünstigste technische Lösung dar.

Eine Dränanlage, bestehend aus einer Dränschicht und Dränleitungen, dient zur Entwässerung des Bodens. Für die Planung, Bemessung und Ausführung von Dränmaßnahmen gilt die DIN 4095. Dränanlagen können Abdichtungen erdberührter Gebäudeteile niemals ersetzen, sondern müssen stets in Verbindung mit Abdichtungen nach DIN 18 533 geplant und ausgeführt werden.

Falls eine Dränanlage nach DIN 4095 nicht möglich oder zulässig ist, oder wenn Grundwasser oberhalb der tiefsten Abdichtungsebene ansteht bzw. der Bemessungswasserstand oberhalb dieser liegt, ist eine Abdichtung erdberührter Gebäudeteile gegen drückendes Wasser erforderlich, da eine Ableitung von Grundwasser durch Dränanlagen aus wasserwirtschaftlichen und wasserrechtlichen Gründen nicht zulässig und genehmigungsfähig ist.

Wassereinwirkungsklasse

Zur Festlegung der erdseitigen Wassereinwirkung auf die Abdichtungsschicht gelten folgende Wassereinwirkungsklassen:

Wassereinwirkungsklasse nach DIN 18 533	Art der Einwirkung	Abdichtung nach DIN 18 533 Abschnitt
W1-E	Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser	8.5
W1.1-E	Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden	8.5.1
W1.2-E	Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden mit Dränung	8.5.1

Wassereinwirkungsklasse nach DIN 18 533	Art der Einwirkung	Abdichtung nach DIN 18 533 Abschnitt
W2-E	Drückendes Wasser	8.6
W2.1-E	Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser ≤ 3 m Eintauchtiefe	8.6.1
W2.2-E	Hohe Einwirkung von drückendem Wasser >3 m Eintauchtiefe	8.6.2
W3-E	Nicht drückendes Wasser auf erüberschütteten Decken	8.7
W4-E	Spritzwasser und Bodenfeuchte am Wandsockel sowie Kapillarwasser in und unter Wänden	8.8

Grundwasser darf nicht durch Dränagen dauerhaft abgeleitet werden. Da gering wasserdurchlässiger Baugrund ansteht, liegt die Wassereinwirkungsklasse W2-E (Drückendes Wasser) vor.

Je nach Lage der tiefsten Abdichtungsebene (= UK Bodenplatte) zum (für Einzelbauvorhaben noch durch weitere Untersuchungen festzulegenden) Bemessungswasserstand liegt eine mäßige Einwirkung (≤ 3 m, Wassereinwirkungsklasse W2.1-E) bzw. hohe Einwirkung von drückendem Wasser (>3 m, Wassereinwirkungsklasse W2.2-E) vor.

Bei Vorliegen der Wassereinwirkungsklasse W2-E sind erdeinbindende Gebäude gegen Auftrieb zu bemessen.

5.4.4 Bau von Regenwasserzisternen

Beim Bau von Regenwasserzisternen ist der hohe Grundwasserstand zu berücksichtigen. Zisternen sind so herzustellen, dass sie bis auf Höhe der Geländeoberkante dauerhaft (auch in entleertem Zustand) auftriebssicher sind.

Hierzu sind die Zisternen entweder entsprechend schwer zu bauen (z.B. ausreichend dicke Bodenplatte und Deckel) oder es ist eine ausreichende Erdüberdeckung (pro 1 m Zisternenhöhe mindestens 0,5 m Erdüberdeckung) bzw. ein Überstand der Bodenplatte vorzusehen. Die Alternative wäre eine Rückverankerung mit Dauer-Zugankern.

5.4.5 Erdbebengefährdung

Nach der Karte der Erdbebenzonen für Baden-Württemberg liegt das Neubaugebiet in der Erdbebenzone 0. Es werden daher für Gebäude bis zur Bedeutungskategorie II nach DIN EN 1998-1 keine besonderen Erdbebenvorkehrungen bzw. -nachweise gefordert.

5.5 Verwertung/Entsorgung von Aushubmaterial

Gemäß Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) ist der stofflichen Verwertung von Aushub- und Abbruchmaterial gegenüber einer Ablagerung auf einer Deponie der Vorzug zu geben.

Für die stoffliche Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial gilt die VwV Boden, die eine Verwertung von Aushubmaterial mit dem Zuordnungswert Z 0 in bodenähnlichen Anwendungen und zur Verfüllung von Abgrabungen sowie mit den Zuordnungswerten Z 1.1 bis Z 2 in technischen Bauwerken in definierten Einbaukonfigurationen zulässt.

Die Verwertung von Baustoffrecycling sowie Boden mit mehr als 10 % Fremdanteilen regelt der UVM-Erlass, der den Einbau derartigen Materials mit den Zuordnungswerten Z 1.1 bis Z 2 in technischen Bauwerken in definierten Einbaukonfigurationen zulässt.

Material mit Schadstoffgehalten $> Z 2$ ist Abfall zur Beseitigung. Für den Einbau bzw. die Ablagerung in Deponien gelten die Deponieverordnung (DepV) und weitere Entscheidungshilfen, die in Abhängigkeit von den Schadstoffgehalten die Zuordnung zu Deponieklassen (DK 0 - DK III) regeln.

Die nachfolgende Bewertung hinsichtlich Verwertbarkeit bzw. Ablagerbarkeit auf Deponien beruht auf den in den Abschnitten 3.3 und 4.5 genannten Untersuchungsmethoden und -ergebnissen. Diese umfassen nicht alle in den einschlägigen Vorschriften und Verordnungen beinhalteten Bewertungskriterien. Die hier vorgenommene Einstufung ist daher vorläufig. Für eine abschließende Bewertung können weitere Untersuchungen erforderlich sein.

Oberboden ist getrennt auszuheben und gemäß BBodSchV zu lagern und zu verwerten. Eine bautechnische Verwertung jenseits von Geländemodellierung und Oberbodenandeckung ist wegen der Schutzwürdigkeit des Schutzguts Oberboden nicht zulässig (s. §202 Baugesetzbuch). Für die Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht gelten die Anforderungen gemäß §12 BBodSchV (Einhaltung der Vorsorgewerte) und DIN 19 731 (Verwerten von Bodenmaterial).

In den oberflächennahen Bodenschichten wurde ein erhöhter Arsengehalt nachgewiesen. Dieser ist geogen bedingt, d.h. bei der Gesteinsbildung bzw. Verwitterung auf natürlichem Weg entstanden.

Die untersuchten Bodenproben wurden mit dem Zuordnungswert Z 1.1 nach VwV Boden bewertet. Derartiges Aushubmaterial kann in technischen Bauwerken bei eingeschränktem offenem Einbau verwertet werden.

Bei einem Wiedereinbau ist gemäß VwV Boden ein Mindestabstand von 1 m zwischen Unterkante Einbaumaterial und höchstem Grundwasserstand (= Bemessungswasserstand) einzuhalten. Dies kann im Baugebiet in weiten Teilen nicht eingehalten werden, da der Grundwasserstand in geringerer Tiefe liegt.

Möglicherweise kann einem Wiedereinbau seitens der Fachbehörden dennoch zugestimmt werden, da es sich um eine geogene Belastung handelt und ein eventueller Wiedereinbau in derselben geologischen Umgebung stattfindet. Dies muss jedoch ggf. im Einzelfall mit den Fachbehörden geklärt werden, falls ein Wiedereinbau von Aushubmaterial erwogen wird.

Es wird nochmals darauf hingewiesen, dass aufgrund der nicht repräsentativen Beprobung (im Rahmen einer punktuellen Baugrunderkundung nicht möglich) nur eine orientierende abfallrechtliche Einstufung vorgenommen werden konnte, deren Ergebnisse nicht für Deklarationszwecke Verwendung finden können. Zur Klärung des Entsorgungswegs ist daher die Untersuchung weiterer, repräsentativer Proben aus Haufwerken erforderlich. Hierdurch kann sich die endgültige abfallrechtliche Einstufung noch ändern.

5.6 Versickerung von Oberflächen- und Dachflächenwasser

Gemäß DWA-Arbeitsblatt A 138 sind für Versickerungen generell Locker- und Festgesteine mit Durchlässigkeitsbeiwerten von $k_f \geq 10^{-6}$ m/s geeignet. Außerdem ist ein Abstand der Sohle der Versickerungseinrichtung vom mittleren höchsten Grundwasserstand⁶ von $\geq 1,0$ m einzuhalten, um eine ausreichende Sickerstrecke zur biologischen und physikalisch-chemischen Reinigung des Sickerwassers zu gewährleisten.

⁶ = arithmetisches Mittel der Jahreshöchstwerte mehrerer Jahre mit Angabe des Zeitraums. Da in der Regel jedoch langjährige Meßreihen des Grundwasserstands nicht verfügbar sind, kann ggf. der angegebene Bemessungswasserstand als Kriterium herangezogen werden.

Die im Untersuchungsgebiet oberflächennah angetroffenen Bodenschichten eignen sich aufgrund ihres geringen Durchlässigkeitsbeiwerts (geschätzt $k_f \leq 1 \cdot 10^{-8}$ m/s) nicht zur Wiederversickerung von nach Niederschlägen anfallendem Oberflächen- und Dachflächenwasser. Eine planmäßige oberflächennahe Versickerung im Sinne des DWA-Arbeitsblatts A 138 ist daher nicht sinnvoll und wirtschaftlich durchzuführen. Wegen des mindestens örtlichhoch anstehenden Grundwassers kann ohnehin eine ausreichende Sickerstrecke in derartigen Bereichen nicht eingehalten, so dass eine Versickerung auch aus wasserrechtlichen Gründen nicht möglich ist.

In diesem Zusammenhang ist noch anzumerken, dass das natürliche, flächenhafte Versickern von unbelastetem Oberflächenwasser (z.B. Dachwasser) auf Freiflächen außerhalb von Wasserschutzgebieten keinen besonderen Vorschriften und Gesetzen unterliegt. Wird das Wasser jedoch gezielt mit besonderen Einrichtungen (s.o.) versickert, gilt dies als Einleitung in ein Gewässer und bedarf der wasserrechtlichen Erlaubnis. Dies gilt insbesondere auch z.B. für Wasser von Verkehrsflächen, wo Belastungen nicht ausgeschlossen werden können. In Wasserschutzgebieten können weiterreichende Beschränkungen auferlegt werden.

5.7 Wasserrechtlicher Hinweis

Wir empfehlen, wasserrechtlich relevante Maßnahmen wie Regenwasserbewirtschaftung, Erdwärmennutzung, eventuell erforderliche Wasserhaltungsmaßnahmen sowie Abdichtung und Entwässerung von Gebäuden frühzeitig mit der Wasserrechtsbehörde abzustimmen, damit eventuelle Auflagen bei der Planung berücksichtigt werden können. Die Wasserrechtsbehörde kann Auflagen erteilen, die von den hier gegebenen Empfehlungen abweichen oder darüber hinaus gehen.

Wenn durch Baumaßnahmen ein Eingriff ins Grundwasser bzw. den Grundwasser-Schwankungsbereich (Δ Bemessungswasserstand) erfolgt, ist dies ein wasserrechtlicher Tatbestand gemäß §49 WHG (Wasserhaushaltsgesetz der Bundesrepublik Deutschland), der anzeige- und genehmigungspflichtig ist. Es ist daher rechtzeitig vor Beginn der Baumaßnahmen (mindestens 4-6 Wochen) ein Wasserrechtsverfahren nach §43 WG (Wassergesetz von Baden-Württemberg) bei der Unteren Wasserbehörde (Amt für Umweltschutz) am zuständigen Landratsamt Göppingen einzuleiten. Diesem formlosen Antrag sind folgende Unterlagen in 4facher Ausfertigung beizufügen:

Merkblatt

G r u n d w a s s e r a b s e n k u n g

I Antragsunterlagen

- Antrag auf vorübergehende Absenkung und Entnahme von Grundwasser während der Bauzeit und auf Grundwasserumleitung nach Erstellung des Bauwerks
- Erläuterungsbericht (s. II)
- Lageplan M 1 : 500 (1 : 2 500)
- Schnitte mit Darstellung des Wasserspiegels und den vorgesehenen Maßnahmen zur Gewährleistung der GW-Umläufigkeit
- Angaben über die zu erwartende Wassermenge (l/s), die Durchlässigkeit (k-Wert) des Untergrundes, Reichweite der Absenkung und die eventuellen Auswirkungen bezüglich Setzungen (Baugrundgutachten bzw. hydrogeologisches Gutachten eines Sachverständigen).
- Ergebnisse der Baugrundaufschlussbohrungen
- Erlaubnis des Betreibers des Kanalnetzes zur Abführung des Grundwassers in die öffentliche Kanalisation

II Beschreibung des Bauvorhabens

- Erfordernis der Grundwasserabsenkung
- Baubeginn
- Absenkungsbeginn
- Absenkdauer
- Absenkziel bzw. Eintauchtiefe ins Grundwasser
- abzuführende Wassermenge in l/s
- Grundwasseranalyse (s.u.)
- Ableitung des Grundwassers während der Bauzeit
- Gründung (Flachgründung, Streifenfundamente, Einzelfundamente)
- Maßnahmen zur Gewährleistung der Grundwasserumläufigkeit nach Erstellung des Bauwerkes
- Verbaumaßnahmen
- Auswirkungen auf die Nachbarbebauung

Parameter für die Grundwasseranalyse:

- Vor Beginn und nach Beendigung der Grundwasserabsenkung ist eine Grundwasserprobe zu entnehmen, deren Analyse dem Landratsamt umgehend vorzulegen ist: Folgende Parameter sind zu untersuchen: Temperatur, el. Leitfähigkeit, pH-Wert, CKW, BTX-Aromaten, PAK, Kohlenwasserstoffe, Phenol, Ammonium

6 Zusammenfassung und Schlussbemerkungen

Die mquadrat Erschließungsträger GmbH plant im Auftrage der Gemeinde Deggingen die Erschließung des Neubaugebiets „Riegelstraße“ im Ortsteil Reichenbach im Täle. Das Bauvorhaben ist in die Geotechnische Kategorie GK 2 einzustufen. Um Aussagen über die Beschaffenheit des Baugrunds und die Grundwasserverhältnisse zu erhalten, wurde unser Büro mit der Baugrunderkundung und der Erstellung eines geotechnischen Berichts beauftragt.

Hierzu wurden neun Kleinbohrungen abgeteuft, bodenmechanische und chemische Laboruntersuchungen durchgeführt sowie die eingangs genannten Unterlagen ausgewertet.

Das Neubaugebiet liegt in der Erdbebenzone 0 und außerhalb von Wasserschutzgebieten.

Den Erkundungsergebnissen zufolge liegt unter der ca. 10 - 15 cm mächtigen Oberbodendecke bis in ca. 0,9 - 1,95 m Tiefe ausgeprägt plastischer Hanglehm in vorwiegend steifer, örtlich und abschnittsweise auch steif-halbfester und halbfester Konsistenz vor. Darunter folgt bis in Tiefen von 2,0 - 3,65 m unter Gelände stark verwitterter, vorwiegend halbfester-fester Tonstein, der teilweise zu ausgeprägt plastischem Ton in steif-halbfester Konsistenz entfestigt ist. Unter Grundwassereinfluß liegen örtlich auch aufgeweichte Schichtabschnitte vor. Im unteren Teil des Erschließungsgebiets sind in diesem Schichtabschnitt dünne Kalksteinbänkchen eingeschaltet.

Das Festgestein der Ostreenkalk-Formation konnte nur vereinzelt in geringer Mächtigkeit von wenigen Dezimetern erbohrt werden. Die Beschaffenheit des Baugrunds unterhalb der voraussichtlichen Gründungsebene unterkellerten Gebäude in deren Lastabtragsbereich ist daher nicht bekannt.

Nach allgemeiner Kenntnis der regionalen Geologie dürfte es sich um festen bis harten Tonstein im Wechsel mit Kalksteinbänken handeln. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass unter geringmächtigen festeren Schichten im Niveau der Aufschlussentiefen wieder weniger fester, kompressibler Untergrund folgt. Sicherheit hierüber kann nur durch eine noch durchzuführende, ausreichend tiefe Baugrunderkundung erlangt werden.

In der Mehrzahl der Baugrundaufschlüsse wurde Grundwasser in Tiefen von etwa 1,5 - 2,7 m unter Gelände festgestellt. Für die Tief- und Straßenbaumaßnahmen im Zuge der Erschließung wird ein Bemessungswasserstand in einer Tiefe von 1 m unter Fertighöhe der Straßen vorgeschlagen. Für Einzelbaumaßnahmen ist dieser auf Grundlage weiterer Untersuchungen noch festzulegen.

Das geotechnische Baugrundmodell wird in Schichtenbeschreibungen, Schichtenprofilen und schematischen geologischen Schnitten dargestellt.

Es wird darauf hingewiesen, dass der angebotene und beauftragte Erkundungsumfang nicht in allen Punkten den Anforderungen der aktuellen, im September 2019 erschienenen Neufassung der DIN 18 300 genügt. Falls die Anforderungen der aktuellen DIN 18 300 eingehalten werden sollen, sind weitere Erkundungsmaßnahmen erforderlich.

Beim Aushub von Kanal- und Leitungsgräben kann oberflächennah ein maßhaltiger Aushub in schwer lösbarem Boden der ehem. Bodenklasse 5 erwartet werden. Ab den Aufschlussentiefen dürfte felsiger Baugrund der ehemaligen Bodenklasse 6 und eventuell 7 vorliegen.

Verkehrsflächen sind für mittel frostempfindlichen Untergrund zu bemessen. Eine ausreichende Tragfähigkeit auf dem Erdplanum für Standardbauweisen kann nicht erwartet werden, so dass das Erfordernis besonderer Maßnahmen (Bodenverbesserung, Bodenaustausch, Erhöhung der Tragschichtdicke) absehbar ist.

Bei ausreichenden Platzverhältnissen und nicht zu steilem angrenzendem Gelände können Graben- und Baugrubenwände frei unter einem Winkel von $\beta \leq 60^\circ$ geböscht werden.

Für Einzelbauvorhaben können nur allgemeine Hinweise zur Gründung gegeben werden. Diese können eine objektspezifische Gründungsberatung nicht ersetzen. Mögliche Gründungssohlen liegen in steifem, ausgeprägt plastischem Hanglehm (nicht unterkellerte Gebäude) bzw. in stark verwittertem bis festem Tonstein (unterkellerte Gebäude). Der Abtrag von Gebäudelasten kann voraussichtlich in Form einer konventionellen Flach- bzw. Flächengründung erfolgen und ist jeweils in Schichten einheitlichen Trag- und Setzungsverhaltens vorzunehmen. Die oberflächennahen Bodenschichten sind aufgrund ihrer ausgeprägt plastischen Eigenschaften nur mäßig tragfähig und neigen zu langanhaltenden Konsolidationssetzungen.

Erdeinbindende Gebäude bzw. Gebäudeteile sind gegen drückendes Wasser abzudichten und auftriebssicher zu bemessen.

In den anstehenden Bodenschichten wurde ein geogen bedingt erhöhter Arsengehalt festgestellt. Die untersuchten Bodenproben sind mit dem Zuordnungswert Z 1.1 nach VwV Boden zu bewerten. Derartiges Aushubmaterial kann in technischen Bauwerken bei eingeschränktem offenem Einbau verwertet werden.

Eine Versickerung von Niederschlagswasser ist in den gering wasserdurchlässigen oberflächennahen Schichten nicht möglich und wegen der Grundwasserverhältnisse zumindest in Teilen des Neubaugebiets auch nicht zulässig.

Da bei sämtlichen erdeinbindenden Baumaßnahmen (Tiefbau im Zuge der Erschließung, Errichtung unterkellerten Gebäude) mit der Freilegung von Grundwasser führenden Schichten zu rechnen ist, ist jeweils rechtzeitig vor Baubeginn ein Wasserrechtsverfahren durchzuführen.

Die Ergebnisse der Feld- und Laboruntersuchungen sowie die daraus resultierenden Angaben im Geotechnischen Bericht gelten nur für die Untersuchungsstellen und den Zeitpunkt der Untersuchungen. Abweichungen hiervon können nicht ausgeschlossen werden, so dass eine sorgfältige und laufende Überprüfung der angetroffenen Verhältnisse im Vergleich zu den Erkundungsergebnissen und Folgerungen im Gutachten erforderlich ist.

Der vorliegende Geotechnische Bericht beschreibt die Untergrundverhältnisse im geplanten Neubaugebiet „Riegelstraße“ im Ortsteil Reichenbach im Täle der Gemeinde Deggingen und die aus der Baugrunderkundung resultierenden baulich notwendigen Maßnahmen im Zuge der Erschließung, soweit sie aus dem derzeitigen und uns bekannten Planungsstand absehbar sind, und gibt Hinweise zur späteren Bebauung. Der Gutachter muss über den Beginn und die Durchführung der Erschließungsarbeiten rechtzeitig verständigt und beigezogen werden, ferner bei Abschluss und/oder Änderung der Planung, um gegebenenfalls erforderliche Änderungen und Ergänzungen angeben zu können. Sollten bei der Erschließung unvorhergesehene Schwierigkeiten oder Unklarheiten hinsichtlich der Angaben im Geotechnischen Bericht auftreten, so ist der Gutachter ebenfalls unverzüglich zu benachrichtigen.

Die Angabe der Homogenbereiche (Abschnitt 4.4) und die in den schematischen Geologischen Schnitten (Anlage 3) eingetragenen Schichtgrenzen können nicht als Grundlage für verbindliche Massenermittlungen dienen und können ein örtliches Aufmaß nicht ersetzen.

Die geologischen Ergebnisse der Baugrunderkundung (Lageplan und Bohrprofile/Schichtenbeschreibungen) wurden mit Fertigstellung des Geotechnischen Berichts gemäß Verordnung des Innenministeriums über die Überwachung von Erdaufschlüssen i. V. mit §43 Wassergesetz entsprechend den Auflagen des wasserrechtlichen Bescheids vom 14.05.2021 dem Landratsamt Göppingen, Umweltschutzamt, und gemäß §3 Lagerstättengesetz dem Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg übersandt.

ANHANG 1

**Richtlinien, Vertrags- und Lieferbedingungen, Arbeitsblätter,
Rechtsgrundlagen, Normen und sonstige Unterlagen
nach dem aktuellen Stand der Geotechnik**

Straßen- und Tiefbau:

- ZTV E-StB 17: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau. Ausgabe 2017. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, FGVS Nr. 599, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau. Köln.
- FLOSS, R. (2019): Handbuch ZTV E-StB, Kommentar und Kompendium Erdbau | Felsbau | Landschaftsschutz für Verkehrswege. 5. Auflage, 700 S.; Bonn (Kirschbaum).
- ZTV A-StB 12: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen. Ausgabe 2012. FGVS Nr. 976, Kommission kommunale Straßen, Köln.
- ZTV SoB-StB 04: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau. Ausgabe 2004/Fassung 2007. FGVS Nr. 698, Arbeitsgruppe Gesteinskörnungen, Ungebundene Bauweisen, Köln.
- ZTV T-StB 95: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Tragschichten im Straßenbau. Ausgabe 1995/Fassung 2002. FGVS, Arbeitsgruppe Sonderaufgaben, Köln.
- Teilweise ersetzt durch ZTV SoB-StB 04, TL SoB-StB 04 und ZTV Beton-StB 07!
- ZTV Beton-StB 07: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton. Ausgabe 2007. FGVS Nr. 891, Arbeitsgruppe Betonbauweisen, Köln.
- ZTV Lsw 06: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Ausführung von Lärmschutzwänden an Straßen. Ausgabe 2006. FGVS Nr. 258, Arbeitsgruppe Straßenentwurf, Köln.
- ZTV Lsw 88: Ergänzungen: Entwurfs- und Berechnungsgrundlagen für Bohrpfehlgründungen und Stahlpfosten von Lärmschutzwänden an Straßen. Ausgabe 1997. FGVS, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Köln.
- ZTV-Wegebau: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen für den Bau von Wegen und Plätzen außerhalb von Flächen des Straßenverkehrs. Ausgabe 2013. Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. – FLL, Bonn.
- ETV-StB-BW: Ergänzungen zu den Technischen Vertragsbedingungen im Straßenbau - Baden-Württemberg, Stand 15.12.2017. Innenministerium Baden-Württemberg.
- TL Gestein-StB 04: Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau. Ausgabe 2004/Fassung 2018. FGVS Nr. 613, Arbeitsgruppe Gesteinskörnungen, Ungebundene Bauweisen, Köln.
- TL SoB-StB 04: Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau. Ausgabe 2004/Fassung 2007. FGVS Nr. 697, Arbeitsgruppe Gesteinskörnungen, Ungebundene Bauweisen, Köln.
- TL G SoB-StB 04: Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau. Teil: Güteüberwachung. Ausgabe 2004/Fassung 2007. FGVS Nr. 696, Arbeitsgruppe Gesteinskörnungen, Ungebundene Bauweisen, Köln.
- TL Geok E-StB 19: Technische Lieferbedingungen für Geokunststoffe im Erdbau des Straßenbaus. Ausgabe 2019. FGVS Nr. 549, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau. Köln.
- RStO 12: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen. Ausgabe 2012. FGVS Nr. 499, Arbeitsgruppe Infrastrukturmanagement, Köln.
- RiStWag: Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten. Ausgabe 2016. FGVS Nr. 514, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Köln.
- RuA-StB 01: Richtlinien für die umweltverträgliche Anwendung von industriellen Nebenprodukten und Recycling-Baustoffen im Straßenbau. Ausgabe 2001. FGVS Nr. 642, Arbeitsgruppe Mineralstoffe im Straßenbau, Köln.
- RuVA-StB 01: Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauspalt im Straßenbau mit den Erläuterungen zu den Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung. Ausgabe 2001/Fassung 2005. FGVS Nr. 795, Arbeitsgruppe Asphaltstraßen, Köln.
- RAS-Ew 05: Richtlinien für die Anlage von Straßen - Teil: Entwässerung. Ausgabe 2005. FGVS Nr. 539, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau. Köln.
- RAL: Richtlinien für die Anlage von Landstraßen (RAL). Ausgabe 2012, FGVS Nr. 201, Arbeitsgruppe Straßenentwurf, Köln.
- RAS-LG3: Richtlinien für die Anlage von Straßen, Abschnitt 3:- Landschaftsgestaltung, Lebendverbau. Ausgabe 1983, FGVS Nr. 293/3, Arbeitsgruppe Straßenentwurf, Köln.
- M EBGs-Lsw 18: Merkblatt über Entwurfs- und Berechnungsgrundlagen für Gründungen und Stahlpfosten von Lärmschutzwänden und Überflughilfen an Straßen. Ausgabe 2018. FGVS Nr. 552, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Köln.
- M Geok E 16: Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaus. Ausgabe 2016. FGVS Nr. 535, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau. Köln.
- M GUB 13: Merkblatt über geotechnische Untersuchungen und Bemessungen im Verkehrswegebau. Ausgabe 2018. und M GUB UA: Ergänzungen für den Um- und Ausbau von Straßen. Ausgabe 2013. FGVS Nr. 511 und 512, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau. Köln.
- MVV: Merkblatt für versickerungsfähige Verkehrsflächen. Ausgabe 2013. FGVS Nr. 947, Kommission kommunale Straßen. Köln.
- DVGW-Arbeitsblatt GW 9: Beurteilung der Korrosionsbelastungen von erdüberdeckten Rohrleitungen und Behältern aus unlegierten und niedrig legierten Eisenwerkstoffen in Böden. Technische Regel. DVGW, Eschborn, Mai 2011.
- DVGW-Arbeitsblatt G 459-1: Gas-Netzanschlüsse für maximale Betriebsdrücke bis 5 bar. Technische Regel. DVGW, Eschborn, Oktober 2019.
- DVGW-Arbeitsblatt G 462-1: Errichtung von Gasleitungen bis 4 bar Betriebsdruck aus Stahlrohren. Technische Regel. DVGW, Eschborn, September 1976.
- DVGW-Arbeitsblatt G 472: Gasleitungen bis 10 bar Betriebsdruck aus Polyethylen (PE 80, PE 100 und PE-Xa) - Errichtung. Technische Regel. DVGW, Eschborn, August 2000.

Versickerung:

- DWA-Arbeitsblatt A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser (April 2005). DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef.

Abfallrecht:

VwV:	Verwaltungsvorschrift des Umweltministerium Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14.03.2007 (GABl. Nr. 4, S. 172), zuletzt berichtigt am 29. Dezember 2017 (GABl. Nr. 13, S. 656), in Kraft getreten am 14. März 2007, Gültigkeit verlängert bis zum Inkrafttreten der Änderung zur Bundesbodenschutzverordnung, längstens bis 31. Dezember 2021 (GABl. Nr. 10, S. 331).
DepV:	Deponieverordnung vom 27. April 2009 (BGBl. I S. 900), zuletzt geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 27. September 2017 (BGBl. I S. 3465).
UVM-Erlass:	Vorläufige Hinweise zum Einsatz von Recyclingmaterial. Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, 13.04.2004 und ergänzender Erlass vom 10.08.2004 sowie Verlängerungserlass zuletzt vom 25.09.2019.
KrWG:	Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWG) vom 24.02.2012 (BGBl. I S. 212), zuletzt geändert durch Art. 2 Abs. 9 G vom 20.07.2017 2808
Handlungshilfe:	Handlungshilfe Deponieverordnung 2020, Verordnung zur Änderung der Deponieverordnung vom 30. Juni 2020, 1. Auflage, LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (Hrsg., 2021)
BBodSchV:	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), zuletzt geändert durch Artikel 3 Absatz 4 der Verordnung vom 27. September 2017 (BGBl. I Nr. 65, S. 3465), in Kraft getreten am 3. Oktober 2017
LAGA:	Technische Hinweise zur Einstufung von Abfällen nach ihrer Gefährlichkeit, 9. Februar 2021
LAGA PN 98:	Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung / Beseitigung von Abfällen, Handlungshilfe zur Anwendung der LAGA Mitteilung 32 , 5. Mai 2019

Normen (jeweils gültig in der aktuellsten Fassung):

DIN 1054:2010-12	Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1 + Änderung A1:2012-08 + Änderung A2: 2015-11
DIN 1055-2:2010-11	Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 2: Bodenkenngößen.
DIN 4017:2006-03	Baugrund - Berechnung des Grundbruchwiderstands von Flachgründungen
DIN 4018:1974-09	Baugrund - Berechnung der Sohldruckverteilung unter Flächengründungen + Bbl.1:1981-05
DIN 4019:2015-05	Baugrund - Setzungsberechnungen.
DIN 4020:2010-12	Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2 + Bbl. 1: 2003-10
DIN 4030:2008-06	Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase - Teil 1: Grundlagen und Grenzwerte. Teil 2: Entnahme und Analyse von Wasser- und Bodenproben.
DIN 4084:2009-01	Baugrund - Geländebruchberechnungen + Bbl. 1:2012-07 Berechnungsbeispiele + Änderung A1:2017-08
DIN 4095:1990-06	Baugrund; Dränung zum Schutz baulicher Anlagen; Planung, Bemessung und Ausführung.
DIN 4123:2013-07	Aussachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude.
DIN 4124:2012-01	Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten.
DIN 14 199:2015-07	Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Mikropfähle; Deutsche Fassung EN 14199:2015.
DIN 18 125-2:2011-03	Baugrund - Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Dichte des Bodens - Teil 2: Feldversuche.
DIN 18 127:2012-09	Baugrund - Untersuchung von Bodenproben - Proctorversuch.
DIN 18 128:2002-12	Baugrund - Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung des Glühverlustes
DIN 18 130-2:2015-08	Baugrund - Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts - Teil 2: Feldversuche.
DIN 18 134:2012-04	Baugrund - Versuche und Versuchsgeräte - Plattendruckversuch.
DIN 18 195:2017-07	Abdichtung von Bauwerken - Begriffe.
DIN 18 196:2011-05	Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke.
DIN 18 300:2019-09	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Erdarbeiten.
DIN 18 301:2019-09	VOB - Teil C - ATV Bohrarbeiten.
DIN 18 319:2019-09	VOB - Teil C - ATV Rohrvortriebsarbeiten.
DIN 18 324:2019-09	VOB - Teil C - ATV Horizontalspülbohrarbeiten
DIN 18 533:2017-07	Abdichtung von erdberührten Bauteilen + Änderung A1:2018-09. Teile 1 -3
DIN 18 915:2018-06	Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Bodenarbeiten.
DIN 18 916:2016-06	Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Pflanzen und Pflanzarbeiten.
DIN 18 917:2018-07	Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Rasen und Saatarbeiten
DIN 18 918:2002-08	Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Ingenieurbiologische Sicherungsbauweisen - Sicherungen durch Ansaaten, Bepflanzungen, Bauweisen mit lebenden und nicht lebenden Stoffen und Bauteilen, kombinierte Bauweisen.
DIN 18 919:2016-12	Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Instandhaltungsleistungen für die Entwicklung und Unterhaltung von Vegetation (Entwicklungs- und Unterhaltungspflege).
DIN 19 731:1998-05	Bodenbeschaffenheit - Verwerten von Bodenmaterial
DIN EN 805:2000-03	Wasserversorgung, Anforderungen an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden; Deutsche Fassung EN 805:2000
DIN EN 1536:2015-10	Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Bohrpfähle; Deutsche Fassung EN 1536:2010+A1:2015
DIN EN 1537:2014-07	Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Verpressanker; Deutsche Fassung EN 1537:2013
DIN EN 1610:2015-12	Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen; Deutsche Fassung EN 1610:2015+Ber1:2016-09
DIN EN 1997:	Eurocode 7 - Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik Ausgabe 2014-03 - Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung EN 1997-1:2004 + AC:2009 + A1:2013 + NA:2010. - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds; Dt. Fassung EN 1997-2:2007+ AC:201 0 + NA:2010.

- DIN EN 1998: Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben Ausgabe 2010-12
 - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten; Deutsche Fassung EN 1998-1:2004 + AC:2009 + NA: 2011 + A1:2013.
 - Teil 2: Brücken; Deutsche Fassung EN 1998-2:2005 + A1:2009 + AC:2010 + A2:2011 + NA:2011.
 - Teil 3: Beurteilung und Ertüchtigung von Gebäuden; Deutsche Fassung EN 1998-3:2005+AC:2010+Ber1:2013.
 - Teil 4: Silos, Tankbauwerke und Rohrleitungen; Deutsche Fassung EN 1998-4:2006.
 - Teil 5: Gründungen, Stützbauwerke und geotechnische Aspekte; Deutsche Fassung EN 1998-5:2004+NA:2011.
 - Teil 6: Türme, Maste und Schornsteine; Deutsche Fassung EN 1998-6:2005.
- DIN EN ISO 14 688: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden
 - Teil 1: Benennung und Beschreibung (ISO 14688-1:2017); Deutsche Fassung EN ISO 14688-1:2018-05.
 - Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierungen (ISO 14688-2:2017); Deutsche Fassung EN ISO 14688-2:2018-05.
- DIN EN ISO 14 689: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels - (ISO 14689:2017); Deutsche Fassung EN ISO 14689:2018-05.
- DIN EN ISO 17 892: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben
 - Teil 1: Bestimmung des Wassergehalts (ISO 17892-1:2014); Deutsche Fassung EN ISO 17892-1:2014.
 - Teil 2: Bestimmung der Dichte des Bodens (ISO 17892-2:2014); Deutsche Fassung EN ISO 17892-2:2014.
 - Teil 3: Bestimmung der Korndichte (ISO 17892-3:2015); Deutsche Fassung EN ISO 17892-3:2015.
 - Teil 4: Bestimmung der Korngrößenverteilung (ISO 17892-4:2016); Deutsche Fassung EN ISO 17892-4:2016.
 - Teil 5: Ödometerversuch mit stufenweiser Belastung (ISO 17892-5:2017); Deutsche Fassung EN ISO 17892-5:2017.
 - Teil 6: Fallkegelversuch (ISO 17892-6:2017); Deutsche Fassung EN ISO 17892-6:2017
 - Teil 7: Einaxialer Druckversuch an feinkörnigen Böden (ISO 17892-7:2017); Deutsche Fassung EN ISO 17892-7:2018.
 - Teil 8: Unkonsolidierter undrännierter Triaxialversuch (ISO 17892-8:2018); Deutsche Fassung EN ISO 17892-8:2018.
 - Teil 9: Konsolidierte triaxiale Kompressionsversuche an wassergesättigten Böden (ISO 17892-9:2018); Deutsche Fassung EN ISO 17892-9:2018.
 - Teil 10: Direkte Scherversuche (ISO 17892-10:2018); Deutsche Fassung EN ISO 17892-10:2018
 - Teil 11: Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit (ISO 17892-11:2019); Deutsche Fassung EN ISO 17892-11:2019.
 - Teil 12: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenzen (ISO 17892-12:2020); Deutsche Fassung EN ISO 17892-12:2018.
- DIN EN ISO 22 475: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen - Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung (ISO 22475-1:2006); Deutsche Fassung EN ISO 22475-1:2006.
- DIN EN ISO 22 476: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Felduntersuchungen
 - Teil 1: Drucksondierungen mit elektrischen Messwertaufnehmern und Messeinrichtungen für den Porenwasserdruck (ISO 22476-1:2012+Cor. 1:2013); Deutsche Fassung EN ISO 22476-1:2012+AC:2013.
 - Teil 2: Rammsondierungen (ISO 22476-2:2005+Amd 1:2011); Deutsche Fassung EN ISO 22476-2:2005+A1:2011.
 - Teil 3: Standard Penetration Test (ISO 22476-3:2005+Amd 1:2011); Dt. Fassung EN ISO 22476-3:2005+A1:2011.
 - Teil 4: Pressiometerversuch nach Ménard (ISO 22476-4:2012); Deutsche Fassung EN ISO 22476-4:2012
 - Teil 5: Versuch mit dem flexiblen Dilatometer (ISO 22476-5:2012); Deutsche Fassung EN ISO 22476-5:2012
 - Teil 6: Versuch mit selbstbohrendem Pressiometer (ISO 22476-6:2018); Deutsche Fassung EN ISO 22476-6:2018
 - Teil 7: Seitendruckversuch (ISO 22476-7:2012); Deutsche Fassung EN ISO 22476-7:2012
 - Teil 8: Versuch mit dem Verdrängungspressiometer (ISO 22476-8:2018); Deutsche Fassung EN ISO 22476-8:2018
 - Teil 9: Flügelscherversuch (ISO/DIS 22476-9:2014); Deutsche Fassung prEN ISO 22476-9:2014
 - Teil 10: Gewichtssondierung (ISO 22476-10:2017); Deutsche Fassung EN ISO 22476-10:2017
 - Teil 11: Flachdilatometerversuch (ISO 22476-11:2017); Deutsche Fassung EN ISO 22476-11:2017
 - Teil 12: Drucksondierungen mit mechanischen Messwertaufnehmern (ISO 22476-12:2009); Deutsche Fassung EN ISO 22476-12:2009
 - Teil 14: Bohrlochrammsondierung (ISO 22476-14:2020); Deutsche Fassung EN ISO 22476-14:2020
 - Teil 15: Aufzeichnung der Bohrparameter (ISO 22476-15:2016); Deutsche Fassung EN ISO 22476-15:2016

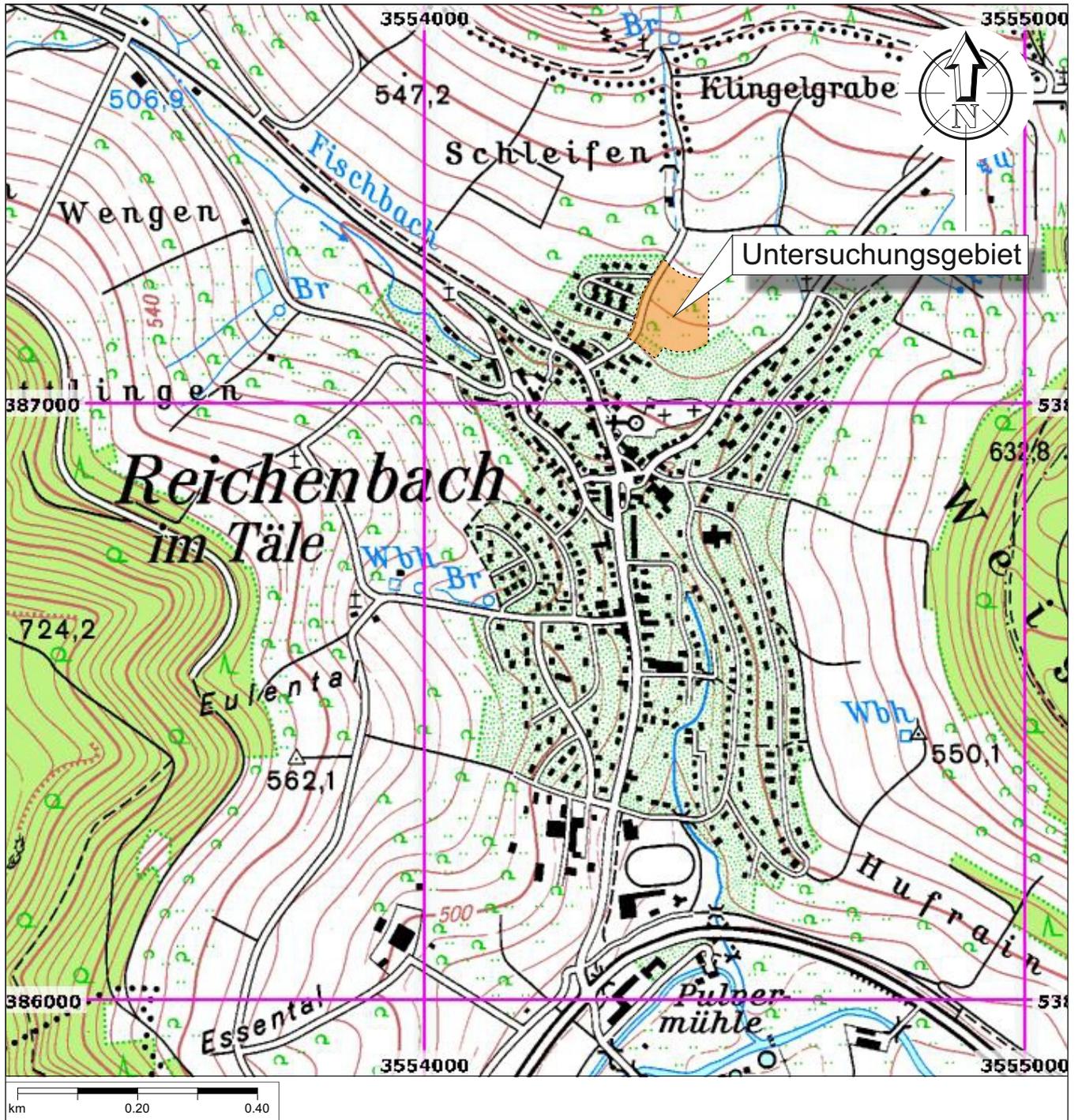
Weitere Unterlagen:

- EAB: Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“. Hrsg. Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. 5., vollst. überarb. Auflage. Berlin: Ernst & Sohn, September 2012
- EA-Pfähle: Empfehlungen des Arbeitskreises "Pfähle". Hrsg. Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V., 2., wesentlich überarb. und erw. Auflage. Berlin: Ernst & Sohn, Januar 2012.
- EAU: Empfehlungen des Arbeitsausschusses "Ufereinfassungen" Häfen und Wasserstraßen. Hrsg. Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V., 11., vollst. überarb. Auflage. Berlin: Ernst & Sohn, November 2012
- Lohmeyer, G., Ebeling, K. (2008): Betonböden für Produktions- und Lagerhallen. Planung, Bemessung, Ausführung. 4. Aufl., Düsseldorf: Verlag Bau+Technik GmbH, 2019.
- Schwarz, J./Grünthal, G. (2005): Bauten in deutschen Erdbebengebieten - zur Einführung der DIN 4149:2005 in Bautechnik 82 (2005), Heft 8, S. 486-499, Verlag Ernst & Sohn, Berlin
- Ostermayer, H (2009): Verpressanker. In: Witt, K. J. (Hrsg): Grundbau-Taschenbuch, Teil 2 - Geotechnische Verfahren. 7., überarbeitete und aktualisierte Auflage 2009, Ernst und Sohn, Berlin.
- WU-Richtlinie: DafStB-Richtlinie - Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie): 2017-12. Deutscher Ausschuss für Stahlbeton im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
- DGEG: Empfehlungen für den Bau und die Sicherung von Böschungen. Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau. Die Bautechnik 39 (12): 404, 1962

ANLAGE 1

Lagepläne

1.1 Übersichtslageplan	M 1 : 10 000
1.2 Detaillageplan	M 1 : 500



Veröffentlichung genehmigt vom Landesvermessungsamt unter Az. 2851.2 - D/2423 thematisch ergänzt durch BWU

Projekt Deggingen-Reichenbach		Anlage
Erschließung Neubaugebiet Riegelstraße		1.1
Darstellung		
<h2>Übersichtslageplan</h2> <p>Ausschnitt aus der TK 25 Blatt 7324 Geislingen an der Steige</p>		
Maßstab	1 : 10 000	 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid	
Gezeichnet	ts	
Proj.-Nr.	2-21-085	
Datei	2-21-085-01an11.cdr	
Datum	27.042021	



**GEMEINDE DEGGINGEN
-REICHENBACH**

**Bebauungsplan
"RIEGELSTRASSE"**

**GESTALTUNGSENTWURF
Variante 3**

M 1:500

Plandatum: 04.03.2021



Dipl.-Ing. (FH) Manfred Mezger
Freier Stadtplaner

mquadrat kommunikative Stadtentwicklung
Badstraße 44 T 0 71 64 . 1 47 18 - 0
73087 Bad Boll F 0 71 64 . 1 47 18 - 18

Projekt Deggingen-Reichenbach Erschließung Neubaugebiet Riegelstraße	Anlage 1.2
Darstellung	
Lageplan mit Aufschlusspunkten und Lage der Geologischen Schemaschnitte	
Maßstab 1 : 500	
Bearbeiter Dr. Th. Schmid	
Gezeichnet ts	
Proj.-Nr. 2-21-085	
Datent 2-21-085-01anl1.cdr	
Datum 24.07.2021	
 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60	



ANLAGE 2

Dokumentation der Aufschlussarbeiten
Schichtenbeschreibungen und Schichtprofile M 1 : 50

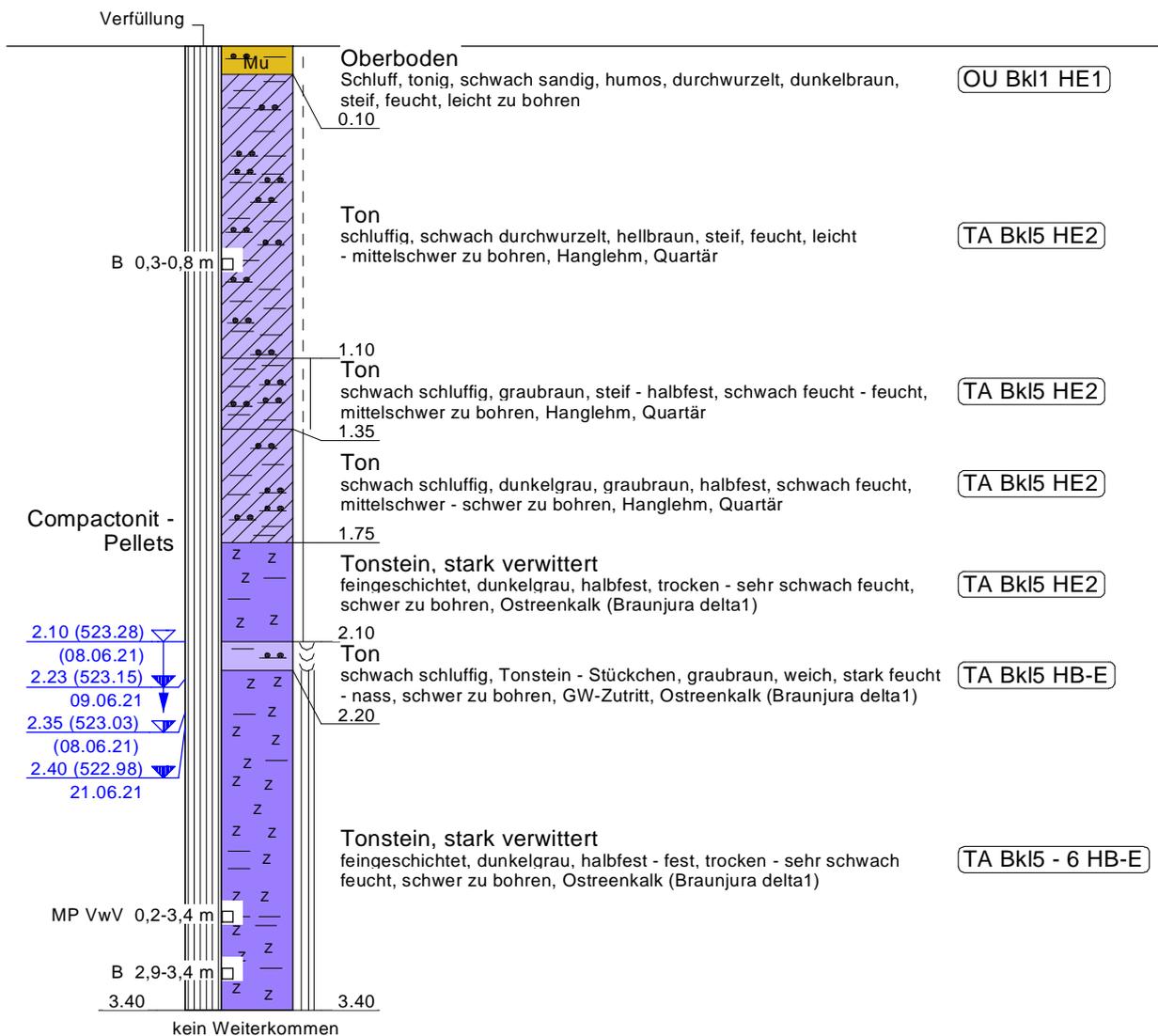
Aufschlussart	Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1)	Nutzung	Wiese	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	60/50 mm	Versiegelung	nein	rechts	554288,429
Methode	Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät	Reliefformtyp	Hang	hoch	5385488,285
Zeitraum	08.06.2021	Neigung	N 3	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	M. Marx	PID [ppm]	-		

Probenart:
 B = Boden
 Bl = Bodenluft
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2019-09

BS 1

525,38 mNN



Projekt Deggingen-Reichenbach i.T., Erschließung Neubaugebiet Riegelstraße		Anlage 2.1
Darstellung		
Schichtenprofil und Schichtenbeschreibung BS 1		
Maßstab	1 : 25	 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid	
Gezeichnet	C. Feicke	
Proj.-Nr.	2-21-085	
Datei	2-21-085-01an12.1.bop	
Datum	22.06.2021	

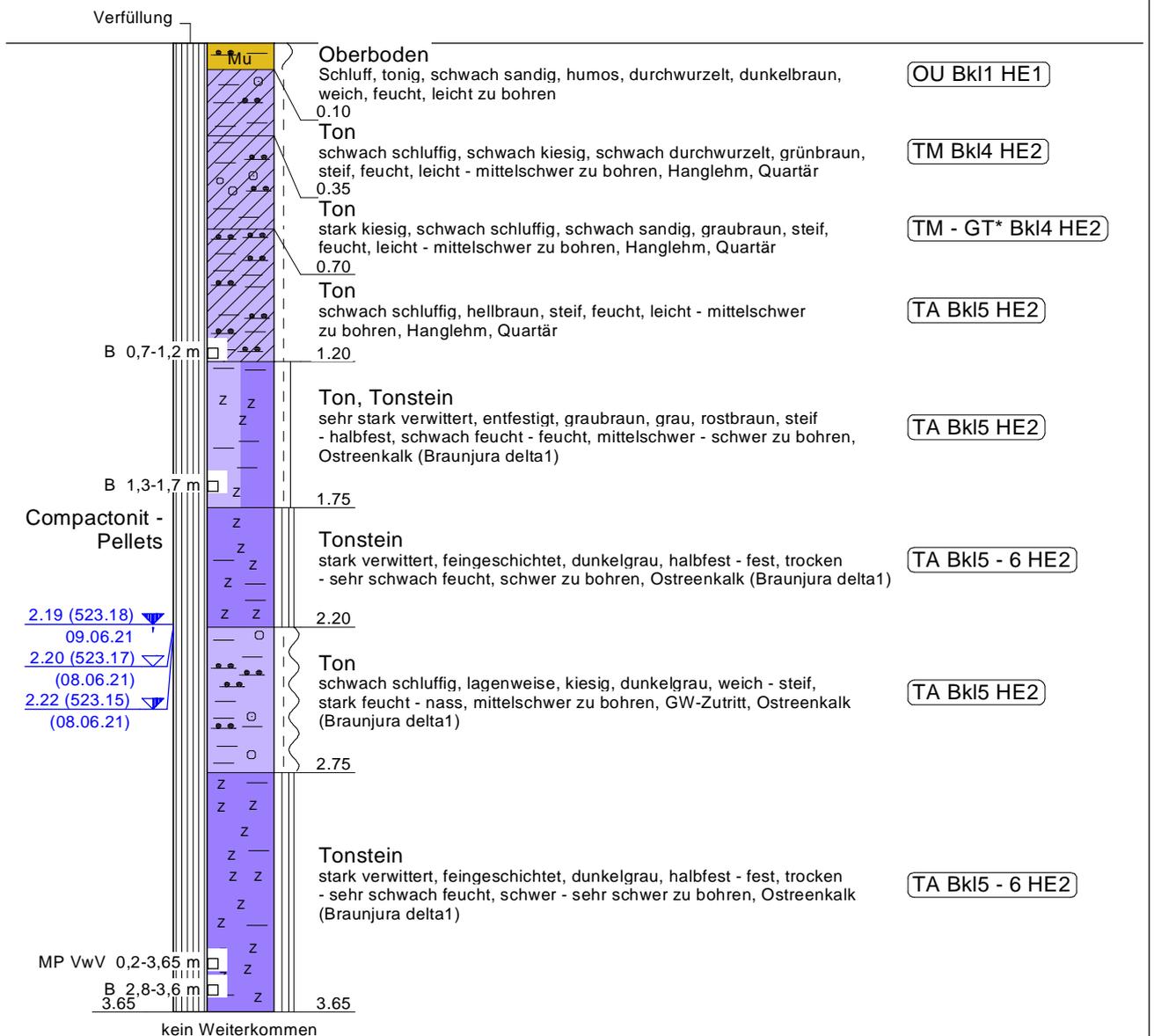
Aufschlussart	Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1)	Nutzung	Wiese	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	60/50 mm	Versiegelung	nein	rechts	554330,042
Methode	Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät	Reliefformtyp	Hang	hoch	5385472,648
Zeitraum	08.06.2021	Neigung	N 3	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	M. Marx	PID [ppm]	-		

Probenart:
 B = Boden
 BI = Bodenluft
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2019-09

BS 2

525,37 mNN



Projekt Deggingen-Reichenbach i.T., Erschließung Neubaugebiet Riegelstraße		Anlage 2.2
Darstellung		
Schichtenprofil und Schichtenbeschreibung BS 2		
Maßstab	1 : 25	 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid	
Gezeichnet	C. Feicke	
Proj.-Nr.	2-21-085	
Datei	2-21-085-01an12.2.bop	
Datum	22.06.2021	

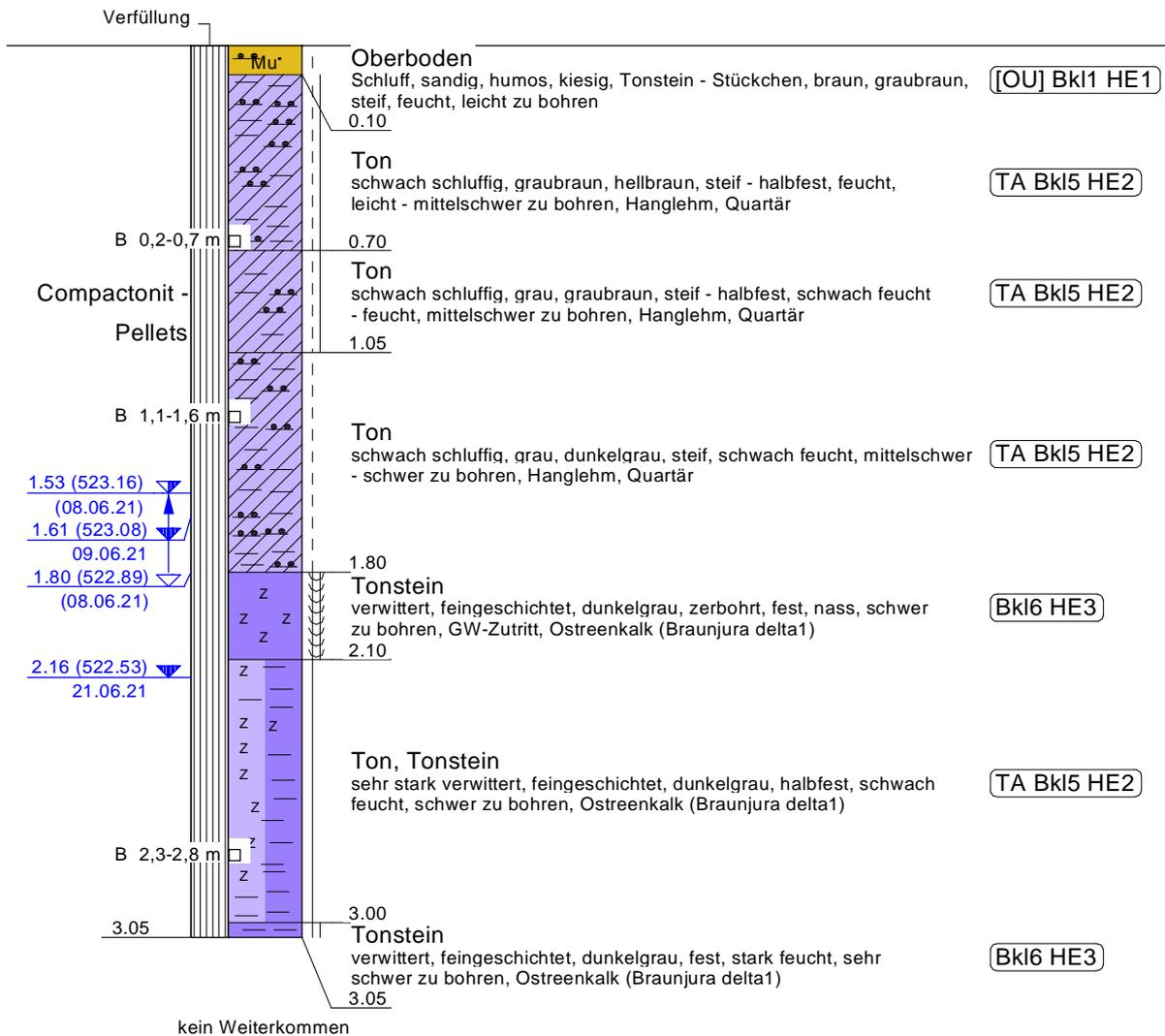
Aufschlussart	Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1)	Nutzung	Wiese	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	60/50 mm	Versiegelung	nein	rechts	554370,999
Methode	Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät	Reliefformtyp	Hang	hoch	5385459,051
Zeitraum	08.06.2021	Neigung	N 3	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	M. Marx	PID [ppm]	-		

Probenart:
 B = Boden
 Bl = Bodenluft
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2019-09

BS 3

524,69 mNN



Projekt Deggingen-Reichenbach i.T., Erschließung Neubaugebiet Riegelstraße		Anlage 2.3
Darstellung Schichtenprofil und Schichten- beschreibung BS 3		
Maßstab	1 : 25	 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid	
Gezeichnet	C. Feicke	
Proj.-Nr.	2-21-085	
Datei	2-21-085-01an12.3.bop	
Datum	22.06.2021	

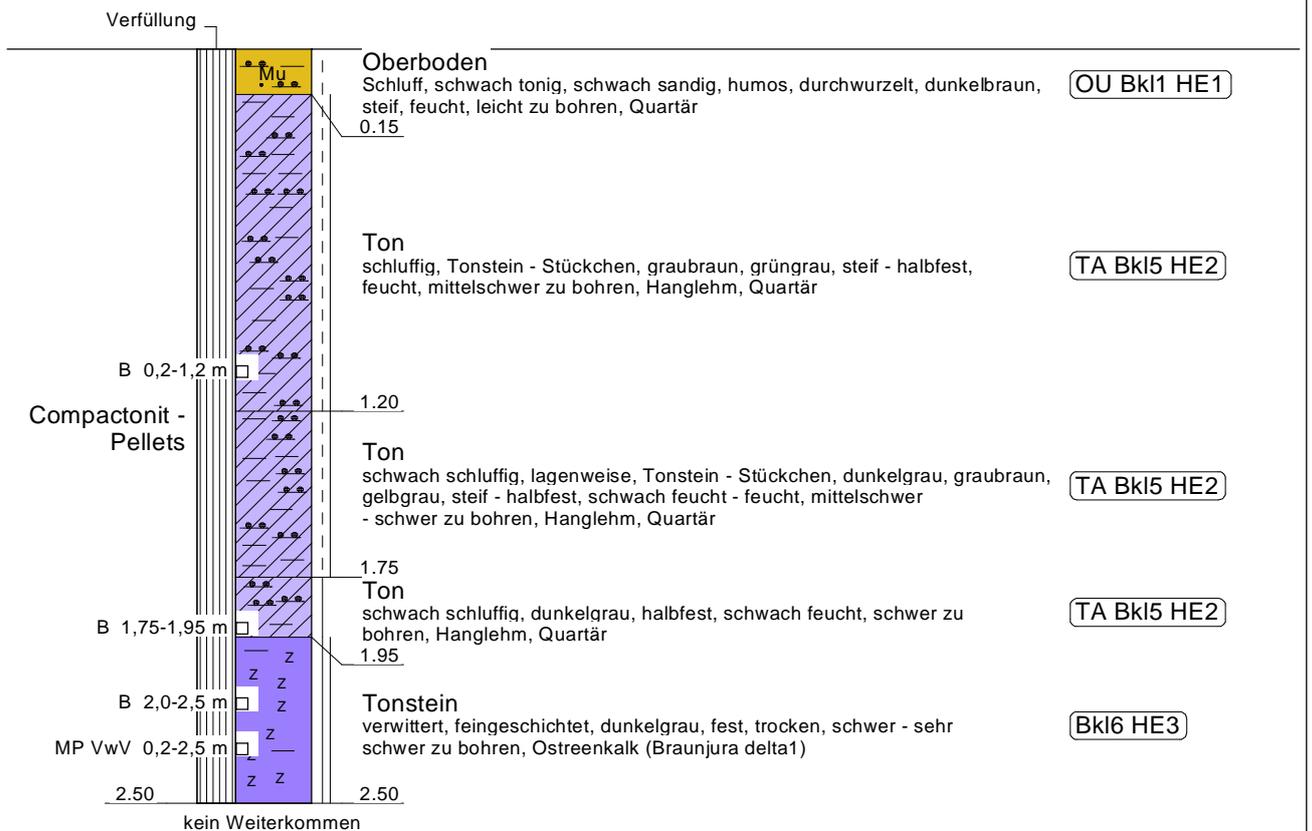
Aufschlussart	Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1)	Nutzung	Wiese	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	60/50 mm	Versiegelung	nein	rechts	554344,758
Methode	Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät	Reliefformtyp	Hang	hoch	5385433,335
Zeitraum	08.06.2021	Neigung	N 3	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	M. Marx	PID [ppm]	-		

Probenart:
 B = Boden
 Bl = Bodenluft
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2019-09

BS 4

521,64 mNN



Projekt Deggingen-Reichenbach i.T., Erschließung Neubaugebiet Riegelstraße		Anlage 2.4
Darstellung Schichtenprofil und Schichten- beschreibung BS 4		
Maßstab	1 : 25	 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid	
Gezeichnet	C. Feicke	
Proj.-Nr.	2-21-085	
Datei	2-21-085-01an12.4.bop	
Datum	22.06.2021	

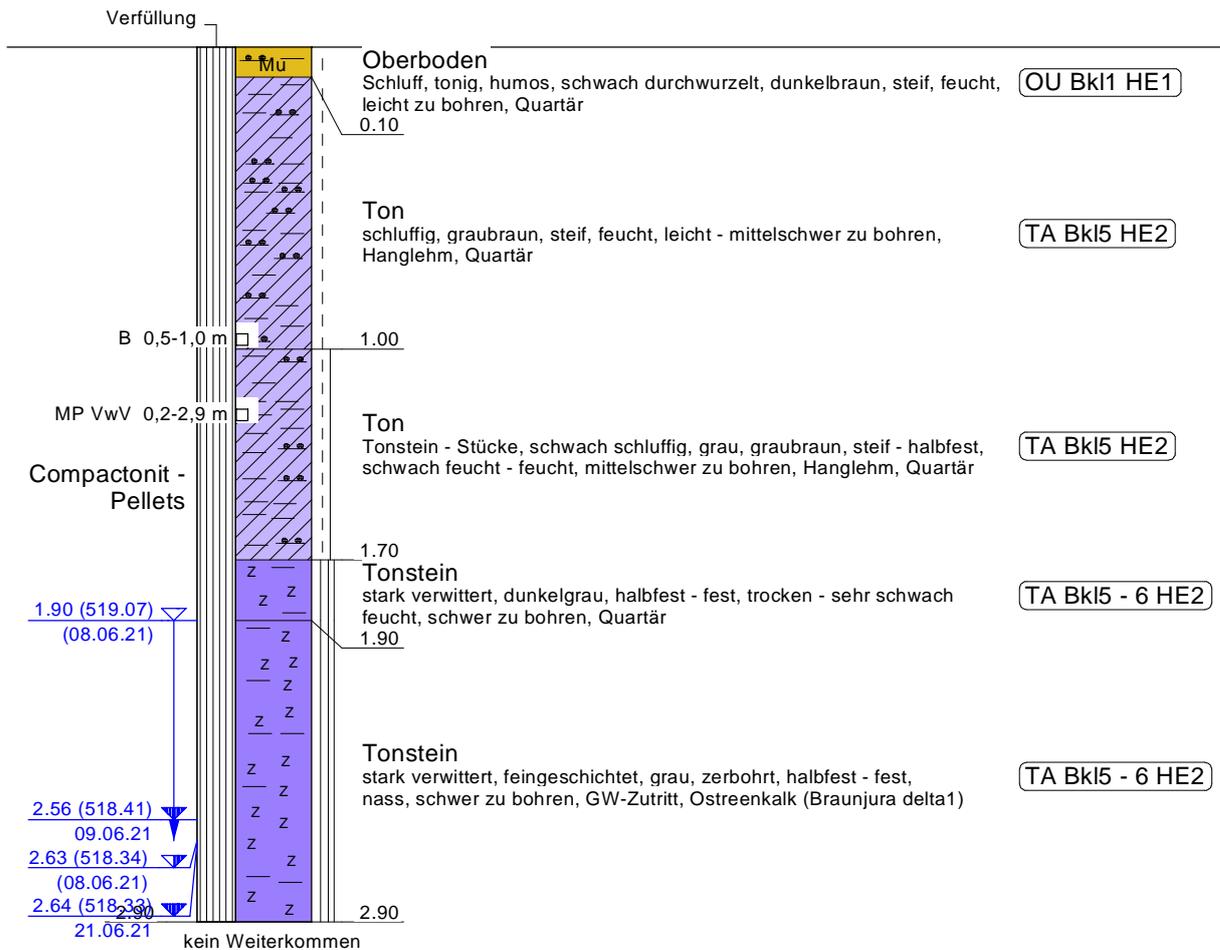
Aufschlussart	Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1)	Nutzung	Wiese	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	60/50 mm	Versiegelung	nein	rechts	554311,458
Methode	Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät	Reliefformtyp	Hang	hoch	5385440,112
Zeitraum	08.06.2021	Neigung	N 3	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	M. Marx	PID [ppm]	-		

Probenart:
 B = Boden
 Bl = Bodenluft
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2019-09

BS 5

520,97 mNN



Projekt Deggingen-Reichenbach i.T., Erschließung Neubaugebiet Riegelstraße		Anlage 2.5
Darstellung Schichtenprofil und Schichten- beschreibung BS 5		
Maßstab	1 : 25	 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid	
Gezeichnet	C. Feicke	
Proj.-Nr.	2-21-085	
Datei	2-21-085-01an12.5.bop	
Datum	22.06.2021	

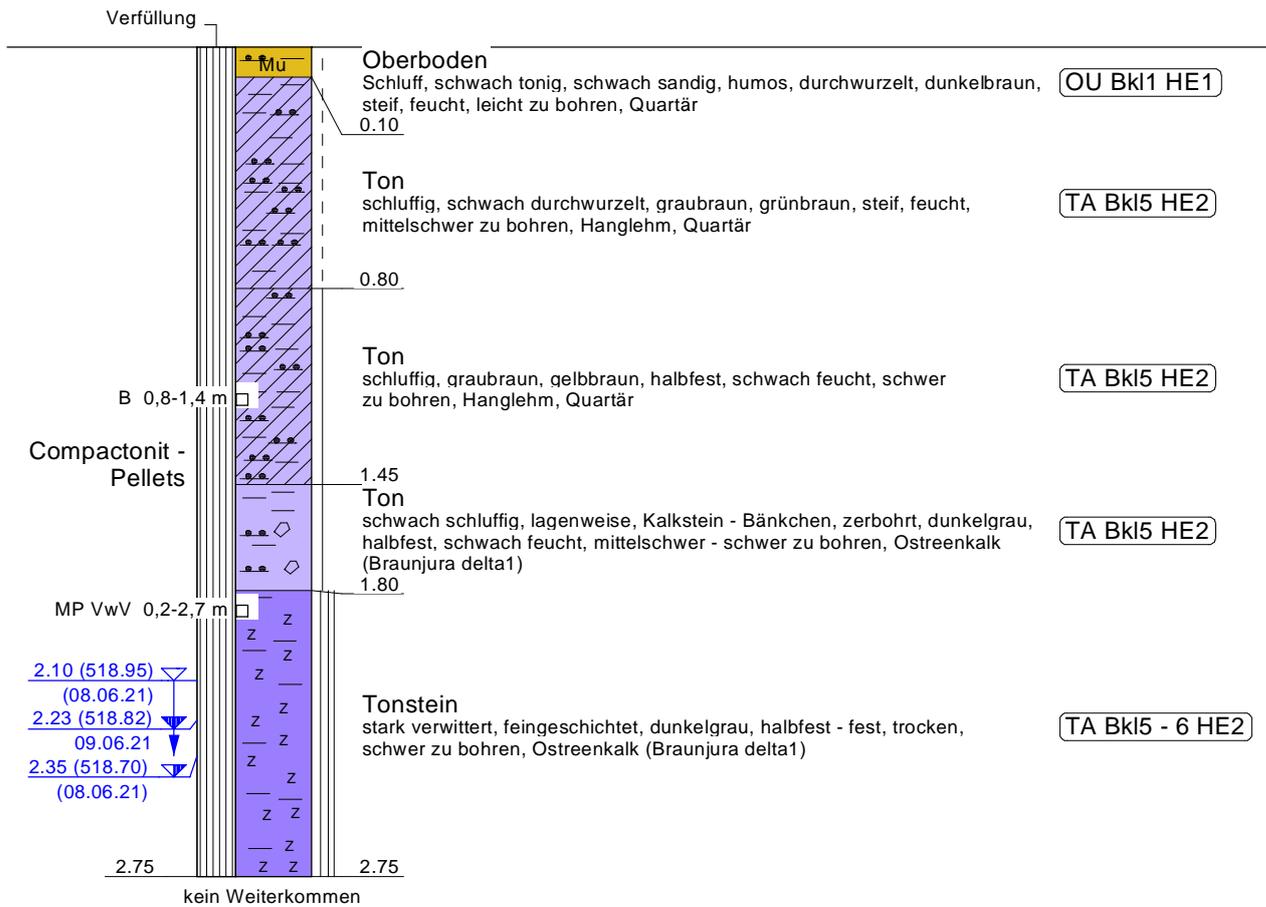
Aufschlussart	Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1)	Nutzung	Wiese	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	60/50 mm	Versiegelung	nein	rechts	554272,461
Methode	Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät	Reliefformtyp	Hang	hoch	5385456,271
Zeitraum	08.06.2021	Neigung	N 3	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	M. Marx	PID [ppm]	-		

Probenart:
 B = Boden
 Bl = Bodenluft
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2019-09

BS 6

521,05 mNN



Projekt Deggingen-Reichenbach i.T., Erschließung Neubaugebiet Riegelstraße		Anlage 2.6
Darstellung Schichtenprofil und Schichten- beschreibung BS 6		
Maßstab	1 : 25	 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid	
Gezeichnet	C. Feicke	
Proj.-Nr.	2-21-085	
Datei	2-21-085-01an12.6.bop	
Datum	22.06.2021	

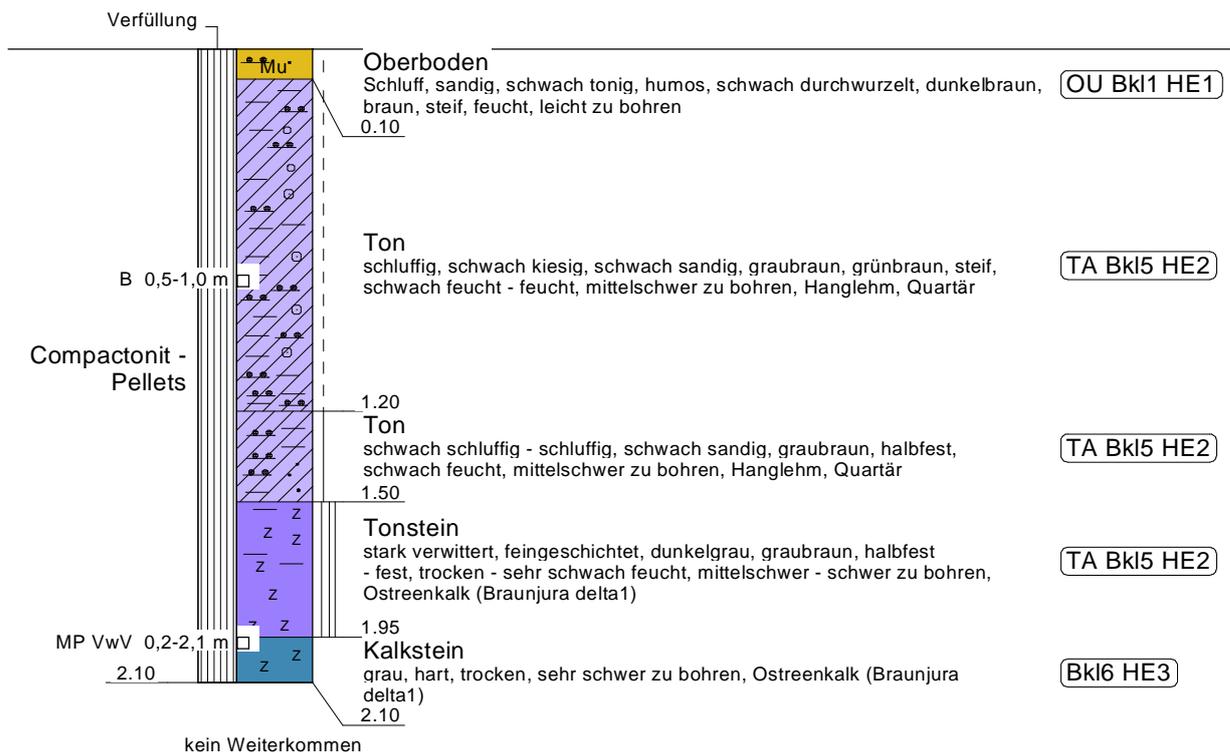
Aufschlussart	Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1)	Nutzung	Wiese	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	60/50 mm	Versiegelung	nein	rechts	554260,584
Methode	Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät	Reliefformtyp	Hang	hoch	53855419,994
Zeitraum	09.06.2021	Neigung	N 3	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	M. Marx	PID [ppm]	-		

Probenart:
 B = Boden
 BI = Bodenluft
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2019-09

BS 7

515,58 mNN



Projekt Deggingen-Reichenbach i.T., Erschließung Neubaugebiet Riegelstraße		Anlage 2.7
Darstellung Schichtenprofil und Schichten- beschreibung BS 7		
Maßstab	1 : 25	 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid	
Gezeichnet	C. Feicke	
Proj.-Nr.	2-21-085	
Datei	2-21-085-01an12.7.bop	
Datum	22.06.2021	

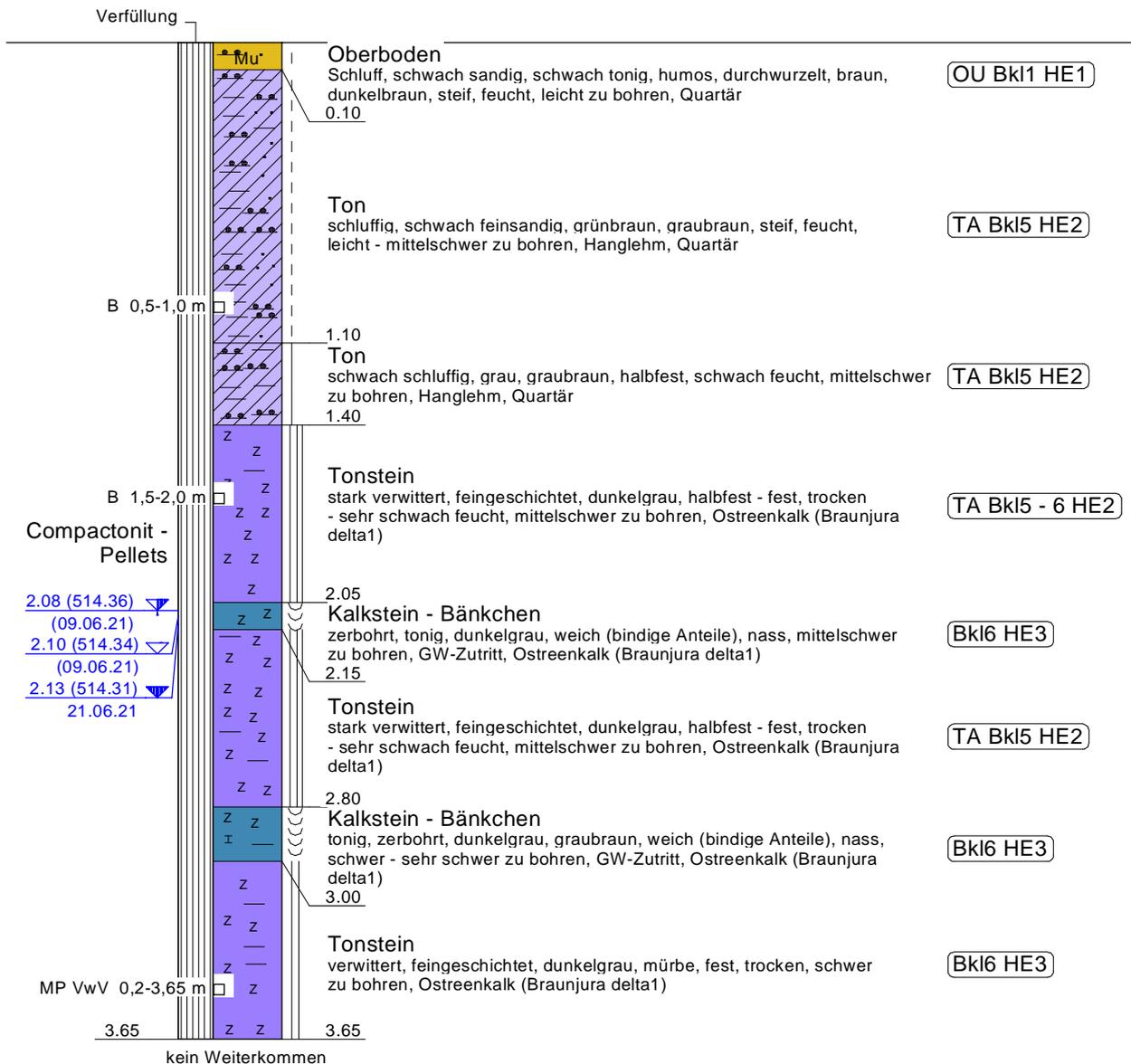
Aufschlussart	Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1)	Nutzung	Wiese	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	60/50 mm	Versiegelung	nein	rechts	554315,389
Methode	Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät	Reliefformtyp	Hang	hoch	5385401,086
Zeitraum	09.06.2021	Neigung	N 3	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	M. Marx	PID [ppm]	-		

Probenart:
 B = Boden
 Bl = Bodenluft
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2019-09

BS 8

516,44 mNN



Projekt Deggingen-Reichenbach i.T., Erschließung Neubaugebiet Riegelstraße		Anlage 2.8
Darstellung		
Schichtenprofil und Schichtenbeschreibung BS 8		
Maßstab	1 : 25	 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid	
Gezeichnet	C. Feicke	
Proj.-Nr.	2-21-085	
Datei	2-21-085-01an12.8.bop	
Datum	22.06.2021	

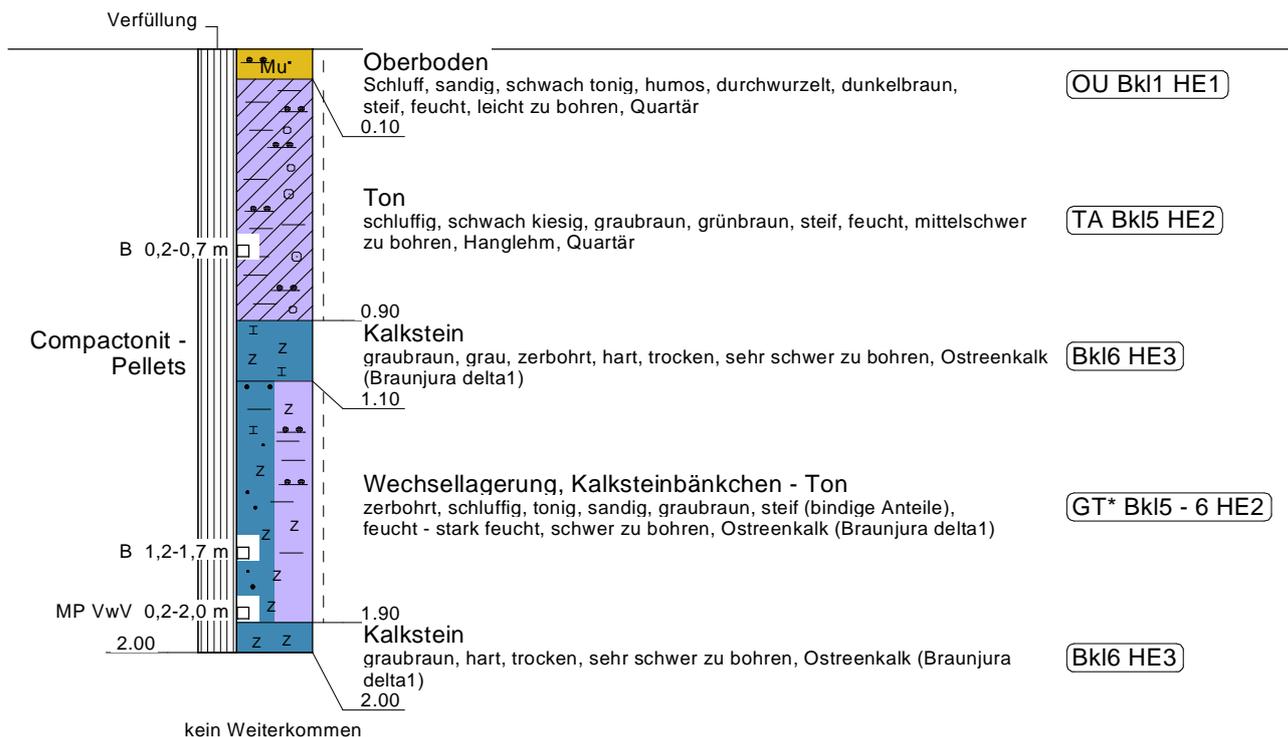
Aufschlussart	Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1)	Nutzung	Wiese	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	60/50 mm	Versiegelung	nein	rechts	554370,161
Methode	Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät	Reliefformtyp	Hang	hoch	5385401,512
Zeitraum	09.06.2021	Neigung	N 3	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	M. Marx	PID [ppm]	-		

Probenart:
 B = Boden
 BI = Bodenluft
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2019-09

BS 9

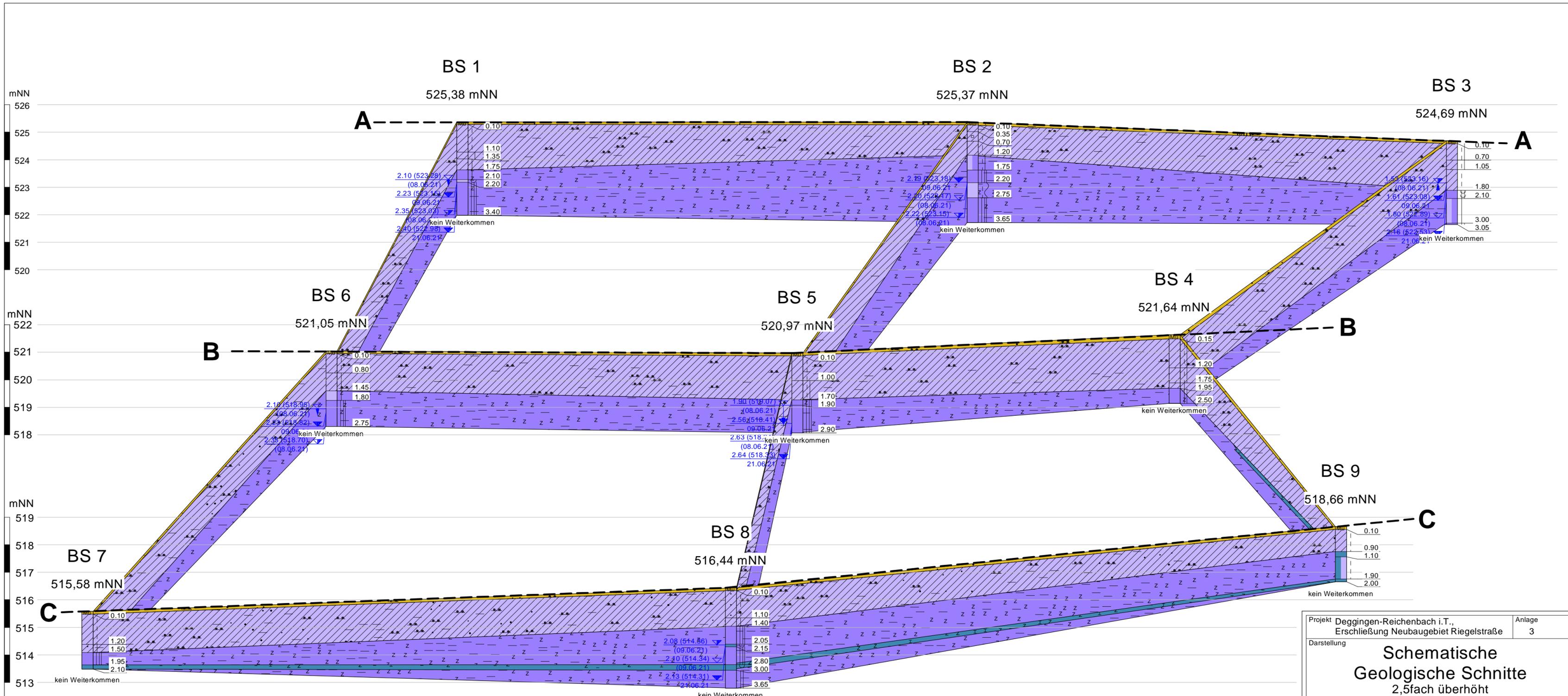
518,66 mNN



Projekt Deggingen-Reichenbach i.T., Erschließung Neubaugebiet Riegelstraße		Anlage 2.9
Darstellung Schichtenprofil und Schichten- beschreibung BS 9		
Maßstab	1 : 25	 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid	
Gezeichnet	C. Feicke	
Proj.-Nr.	2-21-085	
Datei	2-21-085-01an12.9.bop	
Datum	22.06.2021	

ANLAGE 3

Schematische Geologische Schnitte M 1 : 250/100



? : Schichtgrenzenverlauf nicht bekannt, Darstellung schematisch

Projekt	Deggingen-Reichenbach i.T., Erschließung Neubaugebiet Riegelstraße	Anlage	3
Darstellung	Schematische Geologische Schnitte 2,5fach überhöht		
Maßstab	1 : 250/100		
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid		
Gezeichnet	ts		
Proj.-Nr.	2-21-085		
Datei	2-21-085-01anl3.bop		
Datum	24.07.2021		
		Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen <small>Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60</small>	

ANLAGE 4

Versuchsprotokolle bodenmechanischer Laborversuche

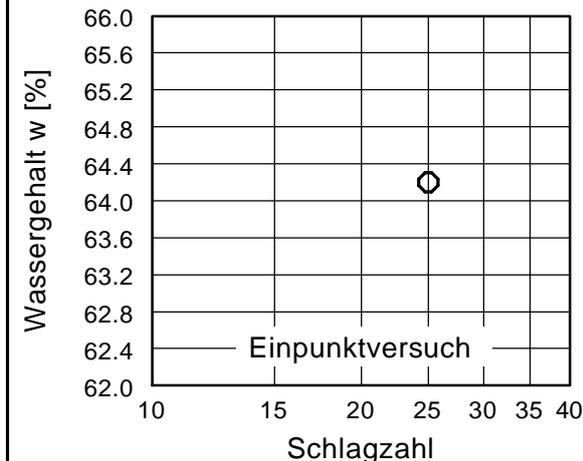
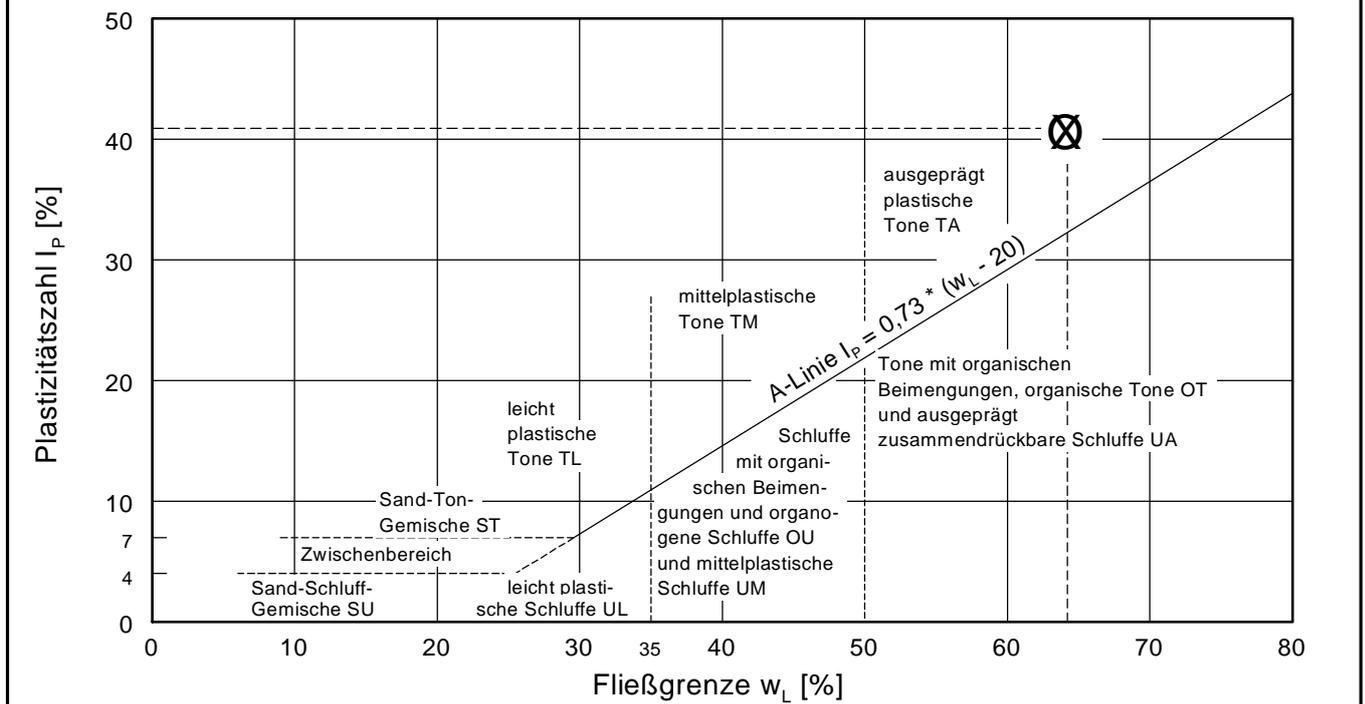
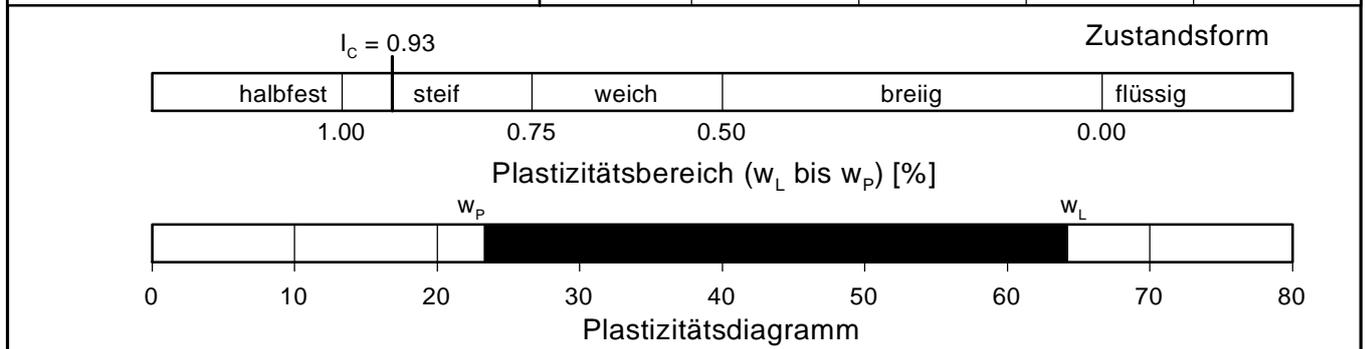
Probenbezeichnung:	BS 1: 0,3-0,8 m	BS 1: 2,9-3,4 m	BS 2: 0,7-1,2 m	BS 2: 1,3-1,7 m	BS 2: 2,8-3,6 m	BS 3: 0,2-0,7 m
Bodenart:	T, u	Tst, vw*	T, u'	T/Tst, vw*	T, u'	T, u'
Feuchte Probe + Behälter [g]:	185.97	265.33	161.54	211.26	334.18	333.29
Trockene Probe + Behälter [g]:	154.10	236.39	133.53	183.07	301.61	287.39
Behälter [g]:	31.52	37.36	40.30	67.29	88.18	90.49
Porenwasser [g]:	31.87	28.94	28.01	28.19	32.57	45.90
Trockene Probe [g]:	122.58	199.03	93.23	115.78	213.43	196.90
Wassergehalt [%]:	26.00	14.54	30.04	24.35	15.26	23.31

Probenbezeichnung:	BS 3: 1,1-1,6 m	BS 3: 2,3-2,8 m	BS 4: 0,2-1,2 m	BS 4: 1,75-1,95 m	BS 4: 2,0-2,5 m	BS 5: 0,5-1,0 m
Bodenart:	T, u'	T/Tst, vw*	T, u	T, u'	Tst, vw	T, u
Feuchte Probe + Behälter [g]:	286.75	122.83	335.64	253.42	333.53	337.90
Trockene Probe + Behälter [g]:	261.17	111.37	286.99	218.91	315.26	281.76
Behälter [g]:	143.08	37.35	90.16	40.29	70.05	89.08
Porenwasser [g]:	25.58	11.46	48.65	34.51	18.27	56.14
Trockene Probe [g]:	118.09	74.02	196.83	178.62	245.21	192.68
Wassergehalt [%]:	21.66	15.48	24.72	19.32	7.45	29.14

Probenbezeichnung:	BS 6: 0,8-1,4 m	BS 7: 0,5-1,00 m	BS 8: 0,5-1,0 m	BS 8: 1,5-2,0 m	BS 9: 0,2-0,7 m	
Bodenart:	T, u	T, u, g', s'	T, u, fs'	Tst, vw*	T, u, g'	
Feuchte Probe + Behälter [g]:	298.77	337.80	275.80	360.86	327.16	
Trockene Probe + Behälter [g]:	271.61	287.98	235.46	330.11	270.97	
Behälter [g]:	70.03	83.87	88.18	90.16	67.30	
Porenwasser [g]:	27.16	49.82	40.34	30.75	56.19	
Trockene Probe [g]:	201.58	204.11	147.28	239.95	203.67	
Wassergehalt [%]:	13.47	24.41	27.39	12.82	27.59	

Projekt Deggingen-Reichenbach i.T., Erschließung Neubaugebiet Riegelstraße		Anlage 4.1
Darstellung		
Bestimmung des natürlichen Wassergehalts (DIN EN ISO 17 892-1)		
Maßstab		
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid	
Gezeichnet	ts	
Proj.-Nr.	2-21-085	
Datei	2-21-085-01anl4.1.wgh	
Datum	30.06.2021	
Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen		 Dettinger Straße 146 73230 Kirchheim/Teck Telefon: 0 70 21/98 40-0 Telefax: 0 70 21/98 40-60

Entnahmestelle/Tiefe: BS 1/ 0,3-0,8 m Bodenart: T, u Probe entnommen am/durch: 08.06.2020 / ma Ausgeführt am/durch: 29.06.2021/S. Gutt	Nr.	1	2	3	4
	Art	wL	wp	wp	wp
	Schläge	25	-	-	-
	mf + mb [g]	40.57	6.52	6.33	6.47
Wassergehalt w = 26.0 % Fließgrenze w _L = 64.2 % Ausrollgrenze w _p = 23.3 % Plastizitätszahl I _p = 40.9 % Konsistenzzahl I _c = 0.93	mt + mb [g]	37.79	5.49	5.36	5.49
	mb [g]	33.46	1.19	1.19	1.17
	mw [g]	2.78	1.03	0.97	0.98
	mt [g]	4.33	4.30	4.17	4.32
	w [%]	64.20	23.95	23.26	22.69

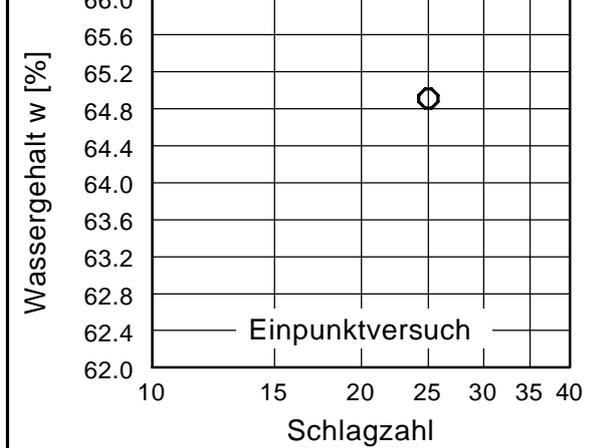
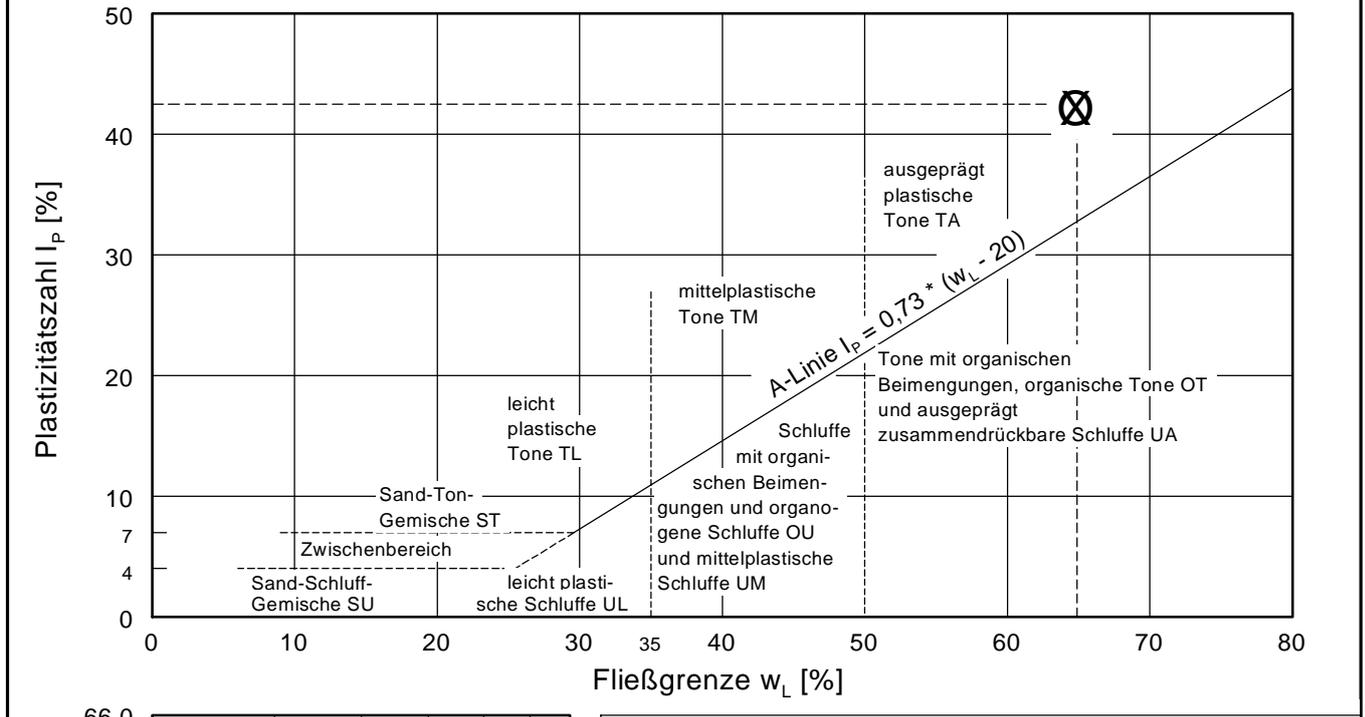
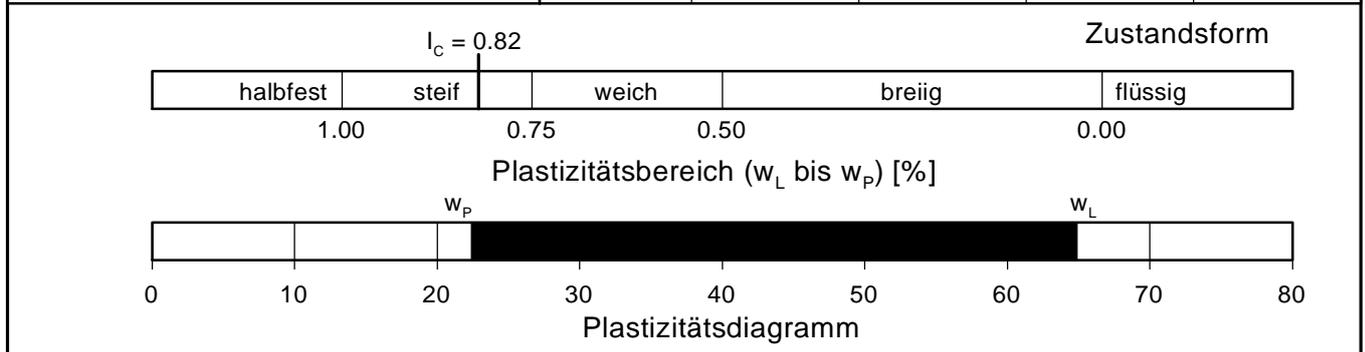


Projekt Deggingen-Reichenbach i.T., Erschließung Neubaugebiet Riegelstraße		Anlage 4.2
Darstellung		
<h2>Bestimmung der Zustandsgrenzen (DIN EN ISO 17 892-12)</h2>		
Maßstab		
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid	
Gezeichnet	ts	
Proj.-Nr.	2-21-085	
Datei	2-21-085-01anl4.2.ztd	
Datum	30.06.2021	



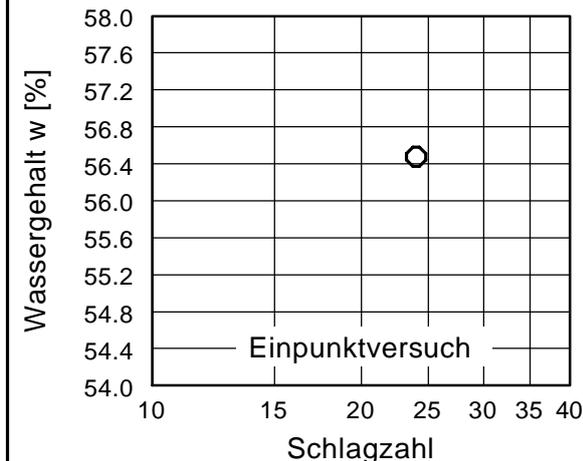
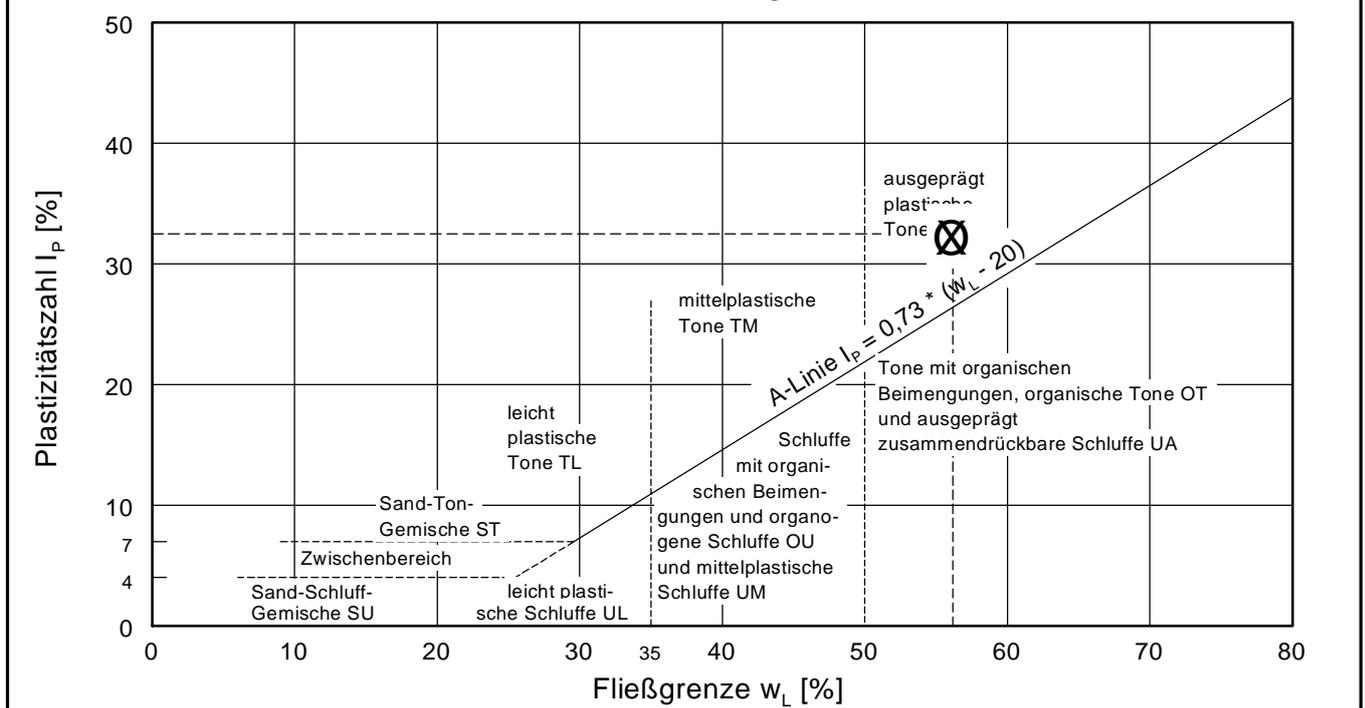
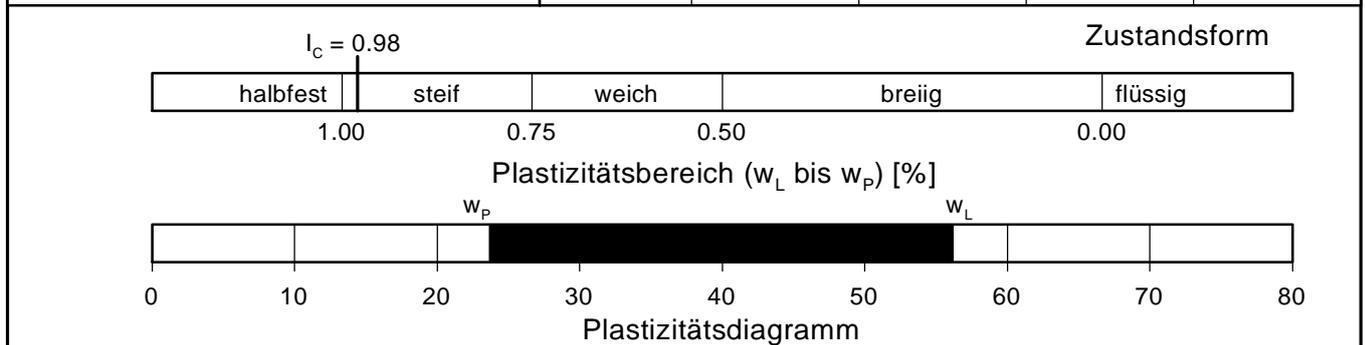
Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie
Baugrunduntersuchungen
Dettinger Straße 146 73230 Kirchheim/Teck
Telefon: 0 70 21/98 40-0
Telefax: 0 70 21/98 40-60

Entnahmestelle/Tiefe: BS 2/ 0,7-1,2 m Bodenart: T, u' Probe entnommen am/durch: 08.06.2020 / ma Ausgeführt am/durch: 29.06.2021/S. Gutt	Nr.	1	2	3	4
	Art	wL	wp	wp	wp
	Schläge	25	-	-	-
	mf + mb [g]	41.70	38.39	38.26	6.47
Wassergehalt w = 30.0 % Fließgrenze w _L = 64.9 % Ausrollgrenze w _p = 22.4 % Plastizitätszahl I _p = 42.5 % Konsistenzzahl I _c = 0.82	mt + mb [g]	38.37	37.45	37.24	5.49
	mb [g]	33.24	33.12	32.78	1.16
	mw [g]	3.33	0.94	1.02	0.98
	mt [g]	5.13	4.33	4.46	4.33
	w [%]	64.91	21.71	22.87	22.63



Projekt Deggingen-Reichenbach i.T., Erschließung Neubaugebiet Riegelstraße		Anlage 4.3
Darstellung		
<h2>Bestimmung der Zustandsgrenzen (DIN EN ISO 17 892-12)</h2>		
Maßstab	Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen	
Bearbeiter Dr. Th. Schmid		
Gezeichnet ts	Dettinger Straße 146 73230 Kirchheim/Teck	
Proj.-Nr. 2-21-085	Telefon: 0 70 21/98 40-0 Telefax: 0 70 21/98 40-60	
Datei 2-21-085-01anl4.2.ztd		
Datum 30.06.2021		

Entnahmestelle/Tiefe: BS 2/ 1,3-1,7 m Bodenart: T/Tst, vw* Probe entnommen am/durch: 08.06.2020 / ma Ausgeführt am/durch: 29.06.2021/S. Gutt	Nr.	1	2	3	4
	Art	wL	wp	wp	wp
	Schläge	24	-	-	-
	mf + mb [g]	35.02	31.73	39.58	38.42
Wassergehalt w = 24.4 % Fließgrenze w _L = 56.2 % Ausrollgrenze w _p = 23.7 % Plastizitätszahl I _p = 32.5 % Konsistenzzahl I _c = 0.98	mt + mb [g]	32.10	30.74	38.53	37.44
	mb [g]	26.93	26.50	34.10	33.36
	mw [g]	2.92	0.99	1.05	0.98
	mt [g]	5.17	4.24	4.43	4.08
	w [%]	56.48	23.35	23.70	24.02

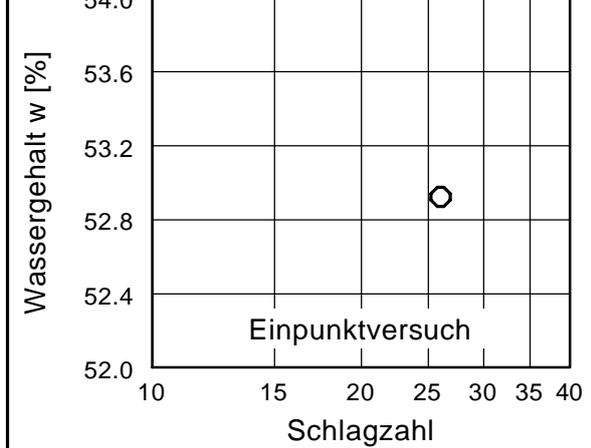
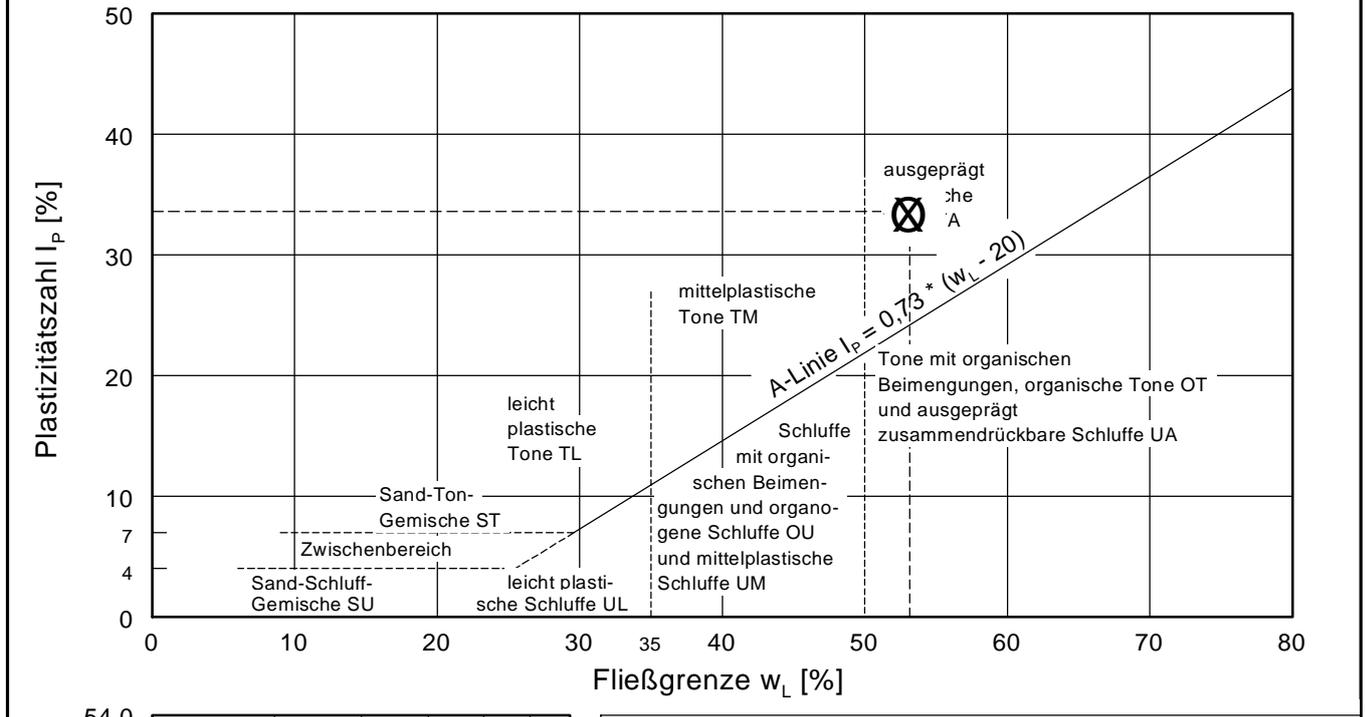
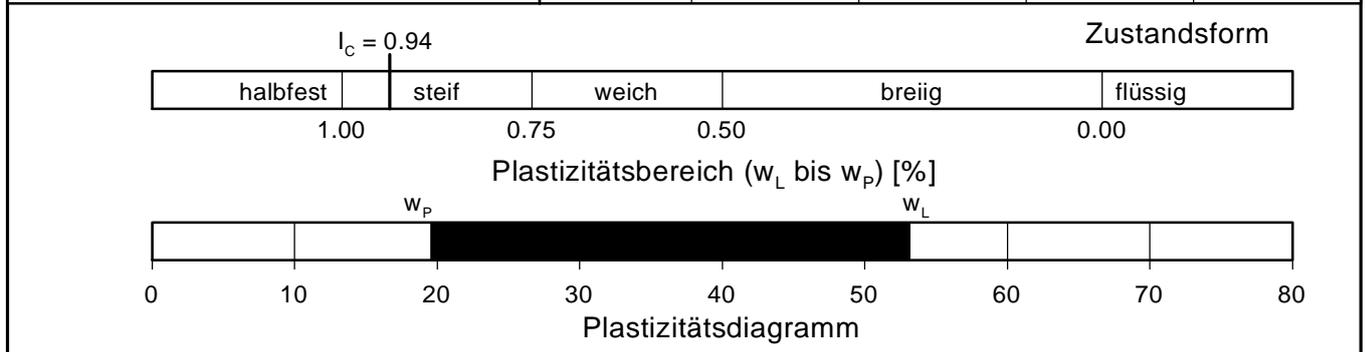


Projekt	Deggingen-Reichenbach i.T., Erschließung Neubaugebiet Riegelstraße	Anlage	4.4
Darstellung	Bestimmung der Zustandsgrenzen (DIN EN ISO 17 892-12)		
Maßstab			
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid		
Gezeichnet	ts		
Proj.-Nr.	2-21-085		
Datei	2-21-085-01anl4.2.ztd		
Datum	30.06.2021		



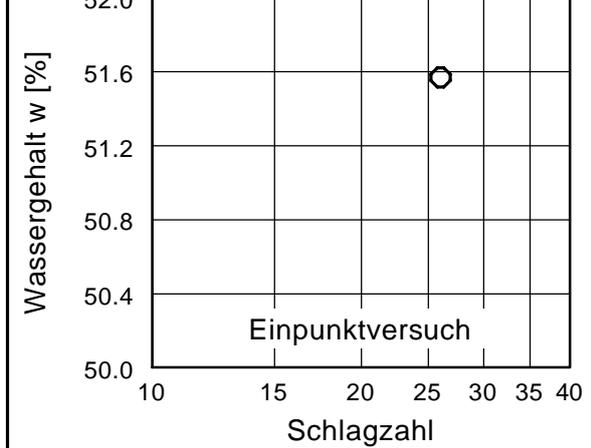
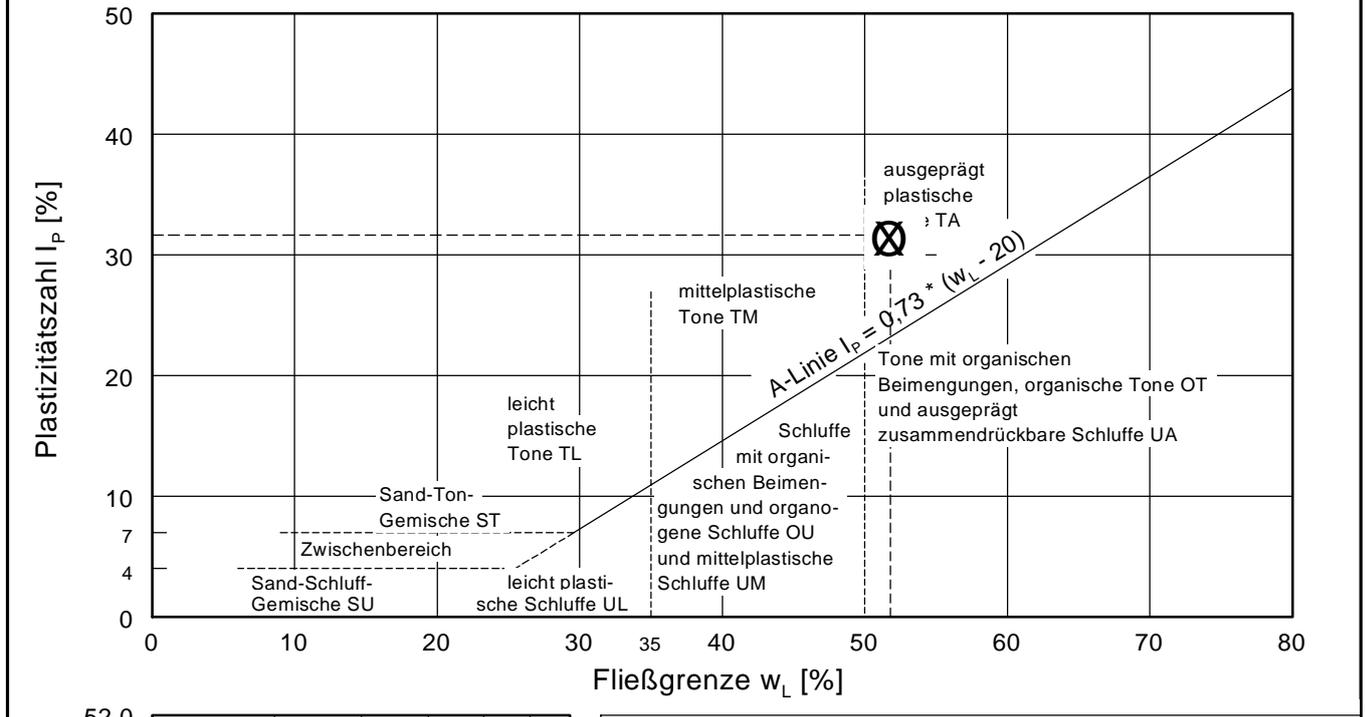
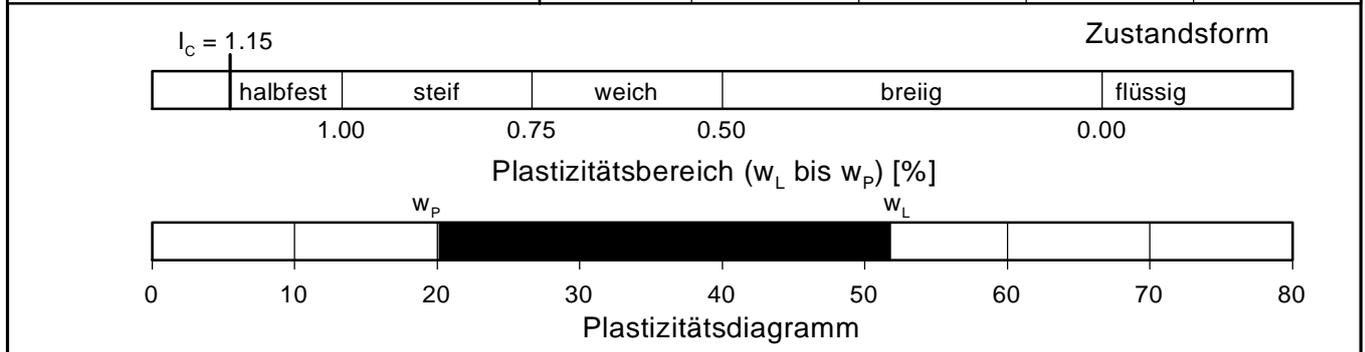
Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie
Baugrunduntersuchungen
Dettinger Straße 146 73230 Kirchheim/Teck
Telefon: 0 70 21/98 40-0
Telefax: 0 70 21/98 40-60

Entnahmestelle/Tiefe: BS 3 / 1,1-1,6 m Bodenart: T, u' Probe entnommen am/durch: 08.06.2020 / ma Ausgeführt am/durch: 29.06.2021/S. Gutt	Nr.	1	2	3	4
	Art	wL	wp	wp	wp
	Schläge	26	-	-	-
	mf + mb [g]	35.60	30.55	31.69	31.35
Wassergehalt w = 21.7 % Fließgrenze w_L = 53.2 % Ausrollgrenze w_p = 19.6 % Plastizitätszahl I_p = 33.6 % Konsistenzzahl I_c = 0.94	mt + mb [g]	32.16	29.63	30.83	30.47
	mb [g]	25.66	25.03	26.49	25.81
	mw [g]	3.44	0.92	0.86	0.88
	mt [g]	6.50	4.60	4.34	4.66
	w [%]	52.92	20.00	19.82	18.88



Projekt	Deggingen-Reichenbach i.T., Erschließung Neubaugebiet Riegelstraße	Anlage	4.5
Darstellung	Bestimmung der Zustandsgrenzen (DIN EN ISO 17 892-12)		
Maßstab	Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen		
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid	 Dettinger Straße 146 73230 Kirchheim/Teck Telefon: 0 70 21/98 40-0 Telefax: 0 70 21/98 40-60	
Gezeichnet	ts		
Proj.-Nr.	2-21-085		
Datei	2-21-085-01anl4.2.ztd		
Datum	30.06.2021		

Entnahmestelle/Tiefe: BS 3 / 2,3-2,8 m Bodenart: T/Tst, vw* Probe entnommen am/durch: 08.06.2020 / ma Ausgeführt am/durch: 29.06.2021/S. Gutt	Nr.	1	2	3	4
	Art	wL	wp	wp	wp
	Schläge	26	-	-	-
	mf + mb [g]	34.22	30.21	31.61	37.97
	mt + mb [g]	31.59	29.30	30.73	37.16
Wassergehalt w = 15.5 %	mt + mb [g]	31.59	29.30	30.73	37.16
Fließgrenze w _L = 51.8 %	mb [g]	26.49	24.81	26.54	32.94
Ausrollgrenze w _p = 20.2 %	mw [g]	2.63	0.91	0.88	0.81
Plastizitätszahl I _p = 31.6 %	mt [g]	5.10	4.49	4.19	4.22
Konsistenzzahl I _c = 1.15	w [%]	51.57	20.27	21.00	19.19



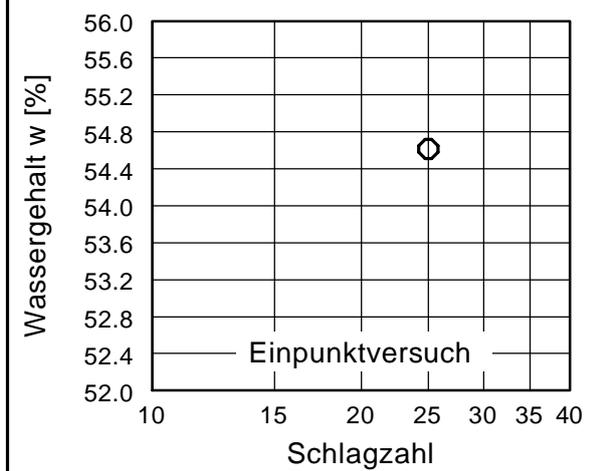
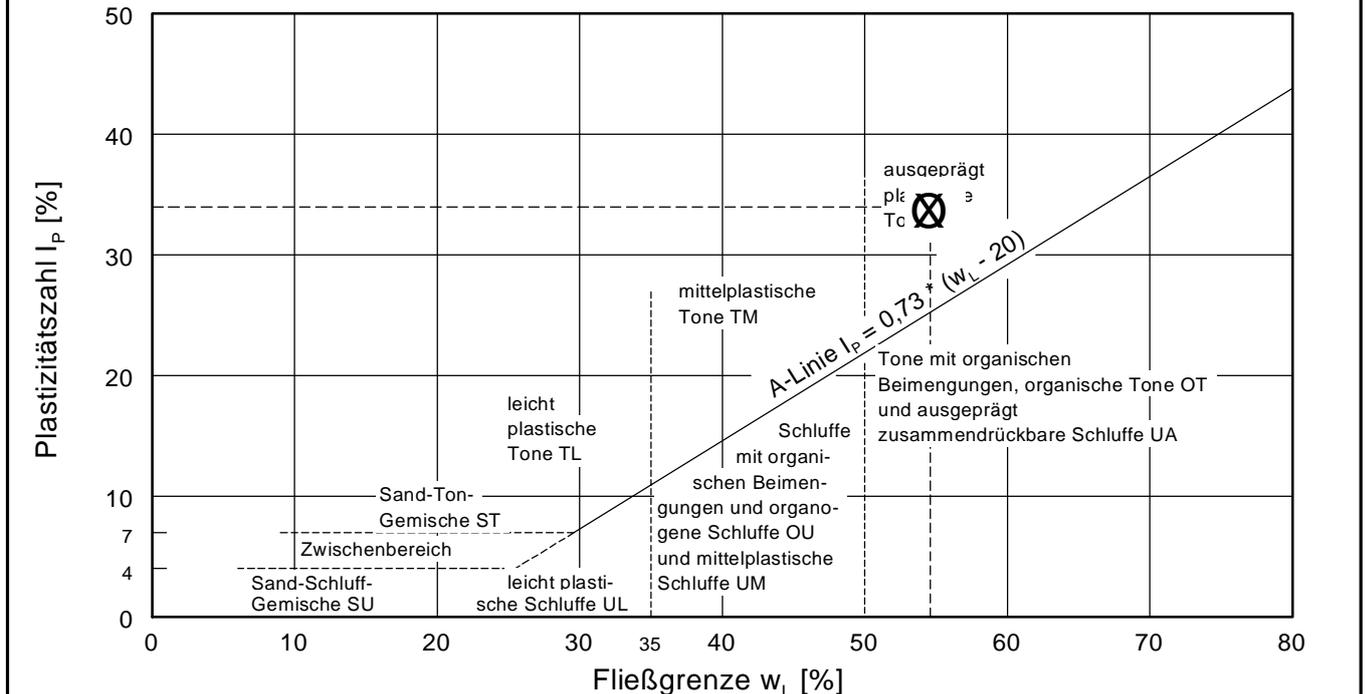
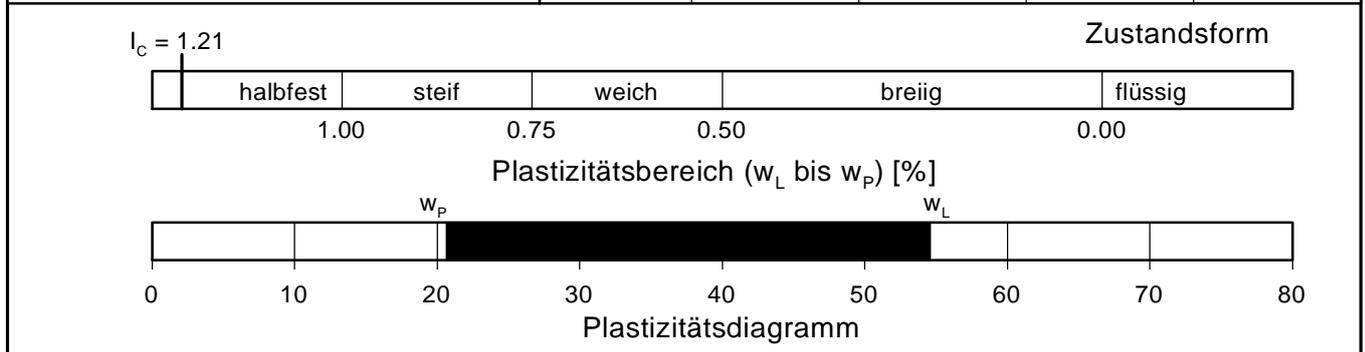
Projekt	Deggingen-Reichenbach i.T., Erschließung Neubaugebiet Riegelstraße	Anlage	4.6
Darstellung			
Bestimmung der Zustandsgrenzen (DIN EN ISO 17 892-12)			
Maßstab			
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid		
Gezeichnet	ts		
Proj.-Nr.	2-21-085		
Datei	2-21-085-01anl4.2.ztd		
Datum	30.06.2021		



Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie
Baugrunduntersuchungen

Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0
73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60

Entnahmestelle/Tiefe: BS 6 / 0,8-1,4 m Bodenart: T, u Probe entnommen am/durch: 08.06.2020 / ma Ausgeführt am/durch: 29.06.2021/S. Gutt	Nr.	1	2	3	4
	Art	wL	wp	wp	wp
	Schläge	25	-	-	-
	mf + mb [g]	42.22	48.74	39.75	31.79
	mt + mb [g]	39.32	47.85	38.81	30.92
Wassergehalt w = 13.5 %	mt + mb [g]	39.32	47.85	38.81	30.92
Fließgrenze $w_L = 54.6 %$	mb [g]	34.01	43.56	34.39	26.55
Ausrollgrenze $w_p = 20.6 %$	mw [g]	2.90	0.89	0.94	0.87
Plastizitätszahl $I_p = 34.0 %$	mt [g]	5.31	4.29	4.42	4.37
Konsistenzzahl $I_c = 1.21$	w [%]	54.61	20.75	21.27	19.91



Projekt	Deggingen-Reichenbach i.T., Erschließung Neubaugebiet Riegelstraße	Anlage	4.8
Darstellung			
Bestimmung der Zustandsgrenzen (DIN EN ISO 17 892-12)			
Maßstab			
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid		
Gezeichnet	ts		
Proj.-Nr.	2-21-085		
Datei	2-21-085-01anl4.2.ztd		
Datum	30.06.2021		
		 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen	
		Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60	

ANLAGE 5

Homogenbereiche nach DIN 18 300:2019-09

Homogenbereich für Erdarbeiten nach DIN 18 300:2019-09			E1	E2	E3
Ortsübliche Bezeichnung			Oberboden	Hanglehm, Verwitterungston, weich bis halbfest-fest	Tonstein, Kalkstein, fest-hart
	Kurzzeichen	Einheit			
Obere Schichtgrenze		[m u. GOK]	0	0,1 – 0,15	1,9 – 3,65
Untere Schichtgrenze		[m u. GOK]	0,1 – 0,15	1,9 – 3,65	unbekannt, nicht erreicht
Umweltrelevante Einstufung			unauffällig	Z 1.1	Z 1.1
Bodengruppe(n)	DIN 18 196		OU	TA	nz
Bodenklasse(n)	DIN 18 300:2012-09 (zurückgez.)		1	5, Übergangsbereich 5-6	6
Frostempfindlichkeitsklasse(n)	ZTV E-StB 09		F 2	F 2	F 2, F 1
Boden			Benennung und Beschreibung nach DIN EN ISO 14 688-1		
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke	Steine (Co)	[M-%]	0	0	
	Blöcke (Bo)		0	0	
	gr. Blöcke (LBo)		0	0	
Korngrößenverteilung		[mm]	0 – 63	0 – 1	
Lagerungsdichte	ID	[-]	nz	nz	
Wassergehalt	w _n	[M-%]	10 – 50	s. Anlage 4.1 15 – 40	
Plastizitätszahl	Ip	[%]	10 – 50	s. Anlage 4.2-4.9 25 – 50	
Konsistenzzahl	Ic	[-]	0,3 – 1,5	s. Anlage 4.2-4.9 0,75 – 1,5	
Undrained Scherfestigkeit	c _u	[kN/m ²]	10 – 70	50 – 250	
Organischer Anteil	V _{gl}	[M-%]	5 – 15	0 – 5	
Dichte	ρ	[g/cm ³]	1,5 – 1,8	1,8 – 2,2	
Fels			Benennung und Beschreibung nach DIN EN ISO 14 689-1		
Genetische Einheit					sedimentär/klastisch
Geologische Struktur					geschichtet
Korngröße					sehr feinkörnig-feinkörnig (<0,063)
Mineralogische Zusammensetzung					Tonminerale, Karbonate
Poren- und Hohlraumanteil	primäre Poren				keine
	sekundäre Poren oder Hohlräume				gering (Klüfte)
Farbe					graubraun, grau, duhkelgrau
Matrix					tonig, karbonatisch
Verwitterungszustand					engewittert-entfestigt, mürbe
Veränderlichkeit					stark veränderlich (Tonstein) - nicht veränderlich (Kalkstein)
Felsart					Tonstein, Kalkstein
Trennflächen (Fallrichtung/Fallwinkel)		[°]			nb
Schichtmächtigkeit		[mm]			nb
Klüftung/Kluftabstand		[mm]			nb
Gesteinskörpergröße		[mm]			nb
Gesteinskörperform					nb
Verwitterungsstufe					V1-3
Einaxiale Druckfestigkeit	q _u	[MPa]			Tonstein: 2 – 10 Kalkstein: 10 – 80
Dichte	ρ	[g/cm ³]			2,4 – 2,7
Anmerkungen: nz: nicht zutreffend nb: nicht bestimmt/bestimmbar (a): nichtbindige Anteile (b): bindige Anteile kursiv: Erfahrungswert, Schätzwert, oder indirekt bestimmt					
Projekt	Deggingen-Reichenbach i.T., Erschließung Neubaugebiet Riegelstraße				
Datei	2-anl5_DIN18300.ots				

ANLAGE 6

**Analysenprotokolle
(Prüfberichte des chem. Labors)**

BVU GbR - Boden-Wasser-Untergrund
Dettinger Str. 146
73230 Kirchheim / Teck

Analysenbericht Nr.	275/6508	Datum:	25.06.2021
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : BVU GbR - Boden-Wasser-Untergrund
 Projekt : Deggingen-Reichenbach i.T. Erschließung NBG Riegelstraße
 Projekt-Nr. : 2-21-085
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : Mischprobe
 Art der Probe : Boden Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Entnahmedatum : 09.06.2021 Probeneingang : 22.06.2021
 Originalbezeich. : MP VwV BS 1-5 Probenbezeich. : 275/6508
 Untersuch.-zeitraum : 22.06.2021 – 25.06.2021

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz (VwV BW)

1.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	85,7	DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	36	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	16	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	< 0,05	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	64	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	12	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	32	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,02	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	60	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser			EN 13657 :2003-01

1.2 Summenparameter, PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert		Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5		DIN 38 409 -17 :1984-09
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30		DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50		DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25		DIN EN ISO 17380 :2013-10
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01		
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01		
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01		
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01		
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01		
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01		
Σ PCB (6):	[mg/kg TS]	n.n.		DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,05		
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,05		
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,05		
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05		
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05		
Σ BTXE:	[mg/kg TS]	n.n.		HLUG, HB. AL B7,4 : 2000
Vinylchlorid	[mg/kg TS]	< 0,01		
Dichlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01		
1-2-Dichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01		
cis 1,2 Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01		
trans-Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01		
Chloroform	[mg/kg TS]	< 0,01		
1.1.1- Trichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01		
Tetrachlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01		
Trichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01		
Tetrachlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01		
Σ LHKW:	[mg/kg TS]	n.n.		HLUG, HB. AL B7,4 : 2000
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04		
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04		
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04		
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04		
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04		
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04		
Fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04		
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04		
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04		
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04		
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04		
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04		
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04		
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04		
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	< 0,04		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04		
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	n.n.		DIN ISO 18287 :2006-05

2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

Parameter	Einheit	Messwert		Methode
Eluatherstellung				DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	7,87		DIN 38 404 - C5 :2009-07
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	343		DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	< 4		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15		DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 1		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10		DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5		EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	< 2		EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	77		EN ISO 10304 :2009-07

Markt Rettenbach, den 25.06.2021

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele
(Laborleiter)

BWU GbR - Boden-Wasser-Untergrund
 Dettinger Str. 146
 73230 Kirchheim / Teck

Analysenbericht Nr.	275/6509	Datum:	25.06.2021
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: BWU GbR - Boden-Wasser-Untergrund	Art der Probenahme	: Mischprobe
Projekt	: Deggingen-Reichenbach i.T. Erschließung NBG Riegelstraße	Probenehmer	: von Seiten des Auftraggebers
Projekt-Nr.	: 2-21-085	Probeneingang	: 22.06.2021
Entnahmestelle	:	Probenbezeich.	: 275/6509
Art der Probe	: Boden	Untersuch.-zeitraum	: 22.06.2021 – 25.06.2021
Entnahmedatum	: 09.06.2021		
Originalbezeich.	: MP VwV BS 6-9		

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz (VwV BW)

1.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	87,8	DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	31	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	12	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	< 0,05	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	34	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	9,5	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	25	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,02	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	57	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser			EN 13657 :2003-01

1.2 Summenparameter, PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert		Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5		DIN 38 409 -17 :1984-09
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30		DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50		DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25		DIN EN ISO 17380 :2013-10
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01		
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01		
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01		
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01		
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01		
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01		
Σ PCB (6):	[mg/kg TS]	n.n.		DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,05		
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,05		
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,05		
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05		
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05		
Σ BTXE:	[mg/kg TS]	n.n.		HLUG, HB. AL B7,4 : 2000
Vinylchlorid	[mg/kg TS]	< 0,01		
Dichlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01		
1-2-Dichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01		
cis 1,2 Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01		
trans-Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01		
Chloroform	[mg/kg TS]	< 0,01		
1.1.1- Trichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01		
Tetrachlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01		
Trichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01		
Tetrachlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01		
Σ LHKW:	[mg/kg TS]	n.n.		HLUG, HB. AL B7,4 : 2000
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04		
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04		
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04		
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04		
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04		
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04		
Fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04		
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04		
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04		
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04		
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04		
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04		
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04		
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04		
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	< 0,04		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04		
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	n.n.		DIN ISO 18287 :2006-05

2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

Parameter	Einheit	Messwert		Methode
Eluatherstellung				DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	7,89		DIN 38 404 - C5 :2009-07
elektr. Leitfähigkeit	[μ S/cm]	235		DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[μ g/l]	< 4		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[μ g/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[μ g/l]	< 0,2		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[μ g/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[μ g/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[μ g/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[μ g/l]	< 0,15		DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[μ g/l]	< 1		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[μ g/l]	< 10		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Phenolindex	[μ g/l]	< 10		DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[μ g/l]	< 5		EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	< 2		EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	35		EN ISO 10304 :2009-07

Markt Rettenbach, den 25.06.2021

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele
(Laborleiter)

ANLAGE 13

Abschätzung des Grundwasserandrangs in offene Gräben

<p>Durchlässigkeitsbeiwert Ausgangswasserspiegel über Grabensohle Abges. Wasserspiegel über Grabensohle Absenkung Reichweite (SICHARDT, modifiziert) Aquifermächtigkeit (gesp. Grundwasser) Höhe der Grabensohle über Aquiferbasis Grabenabmessungen:</p>	<p>k = H = h = s = R = m = to = a = b =</p>	<p>5,00E-007 0,8 0 0,8 1 10 10 1</p>	<p>m/s m m m m m m m (Länge) m (Breite)</p>	<p>kf geschätzt Absenkung gegenüber mittlerem GW-Stand Zufluß gesamt</p>																							
<p>eins. Zufluß zum unvollkommenen Graben bei freiem Grundwasser: Q = 0,003 l/s/lfm = 0,07 l/s</p>																											
<p>Durchlässigkeitsbeiwert Ausgangswasserspiegel über Grabensohle Abges. Wasserspiegel über Grabensohle Absenkung Reichweite (SICHARDT, modifiziert) Aquifermächtigkeit (gesp. Grundwasser) Höhe der Grabensohle über Aquiferbasis Grabenabmessungen:</p>	<p>k = H = h = s = R = m = to = a = b =</p>	<p>5,00E-006 0,8 0 0,8 3 10 10 1</p>	<p>m/s m m m m m m m (Länge) m (Breite)</p>	<p>kf max Zufluß gesamt</p>																							
<p>eins. Zufluß zum unvollkommenen Graben bei freiem Grundwasser: Q = 0,010 l/s/lfm = 0,22 l/s</p>																											
<p>Durchlässigkeitsbeiwert Ausgangswasserspiegel über Grabensohle Abges. Wasserspiegel über Grabensohle Absenkung Reichweite (SICHARDT, modifiziert) Aquifermächtigkeit (gesp. Grundwasser) Höhe der Grabensohle über Aquiferbasis Grabenabmessungen:</p>	<p>k = H = h = s = R = m = to = a = b =</p>	<p>1,00E-008 0,8 0 0,8 0,1 10 10 1</p>	<p>m/s m m m m m m m (Länge) m (Breite)</p>	<p>kf min Zufluß gesamt</p>																							
<p>eins. Zufluß zum unvollkommenen Graben bei freiem Grundwasser: Q = 0,000 l/s/lfm = 0,01 l/s</p>																											
<p>Bemerkungen:</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Projekt</td> <td style="width: 30%;">Deggingen-Reichenbach i.T., Erschließung Neubaugebiet Riegelstraße</td> <td style="width: 20%;">Anlage</td> <td style="width: 10%;">7.1</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;"> <p>Darstellung</p> <p>Berechnung des Zuflusses</p> <p>zu einem Graben nach DUPUIT & THIEM</p> <p>bzw. CHAPMAN (unvollkommener Graben)</p> </td> </tr> <tr> <td>Maßstab</td> <td colspan="3" rowspan="5" style="text-align: center; vertical-align: middle;">  Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen </td> </tr> <tr> <td>Bearbeiter</td> <td>Dr. Th. Schmid</td> </tr> <tr> <td>Gezeichnet</td> <td>ts</td> </tr> <tr> <td>Proj.-Nr.</td> <td>2-21-085</td> </tr> <tr> <td>Datei</td> <td>2-21-085-01anl7.1.123</td> </tr> <tr> <td>Datum</td> <td>26.07.2021</td> <td style="font-size: small;"> Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60 </td> </tr> </table>				Projekt	Deggingen-Reichenbach i.T., Erschließung Neubaugebiet Riegelstraße	Anlage	7.1	<p>Darstellung</p> <p>Berechnung des Zuflusses</p> <p>zu einem Graben nach DUPUIT & THIEM</p> <p>bzw. CHAPMAN (unvollkommener Graben)</p>				Maßstab	 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen			Bearbeiter	Dr. Th. Schmid	Gezeichnet	ts	Proj.-Nr.	2-21-085	Datei	2-21-085-01anl7.1.123	Datum	26.07.2021	Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60
Projekt	Deggingen-Reichenbach i.T., Erschließung Neubaugebiet Riegelstraße	Anlage	7.1																								
<p>Darstellung</p> <p>Berechnung des Zuflusses</p> <p>zu einem Graben nach DUPUIT & THIEM</p> <p>bzw. CHAPMAN (unvollkommener Graben)</p>																											
Maßstab	 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen																										
Bearbeiter				Dr. Th. Schmid																							
Gezeichnet				ts																							
Proj.-Nr.				2-21-085																							
Datei				2-21-085-01anl7.1.123																							
Datum	26.07.2021	Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60																									

<p>Durchlässigkeitsbeiwert Ausgangswasserspiegel über Grabensohle Abges. Wasserspiegel über Grabensohle Absenkung Reichweite (SICHARDT, modifiziert) Aquifermächtigkeit (gesp. Grundwasser) Höhe der Grabensohle über Aquiferbasis Grabenabmessungen:</p>	<p>k = H = h = s = R = m = to = a = b =</p>	<p>5,00E-007 2 0 2 2 m 10 10 1</p>	<p>m/s m m m m m m m (Länge) m (Breite)</p>	<p>kf geschätzt Absenkung gegenüber Bemessungs-WS Zufluß gesamt</p>																																
<p>eins. Zufluß zum unvollkommenen Graben bei freiem Grundwasser: Q = 0,003 l/s/lfm = 0,08 l/s</p>																																				
<p>Durchlässigkeitsbeiwert Ausgangswasserspiegel über Grabensohle Abges. Wasserspiegel über Grabensohle Absenkung Reichweite (SICHARDT, modifiziert) Aquifermächtigkeit (gesp. Grundwasser) Höhe der Grabensohle über Aquiferbasis Grabenabmessungen:</p>	<p>k = H = h = s = R = m = to = a = b =</p>	<p>5,00E-006 2 0 2 8 m 10 10 1</p>	<p>m/s m m m m m m m (Länge) m (Breite)</p>	<p>kf max Zufluß gesamt</p>																																
<p>eins. Zufluß zum unvollkommenen Graben bei freiem Grundwasser: Q = 0,011 l/s/lfm = 0,24 l/s</p>																																				
<p>Durchlässigkeitsbeiwert Ausgangswasserspiegel über Grabensohle Abges. Wasserspiegel über Grabensohle Absenkung Reichweite (SICHARDT, modifiziert) Aquifermächtigkeit (gesp. Grundwasser) Höhe der Grabensohle über Aquiferbasis Grabenabmessungen:</p>	<p>k = H = h = s = R = m = to = a = b =</p>	<p>1,00E-008 2 0 2 0,4 m 10 10 1</p>	<p>m/s m m m m m m m (Länge) m (Breite)</p>	<p>kf min Zufluß gesamt</p>																																
<p>eins. Zufluß zum unvollkommenen Graben bei freiem Grundwasser: Q = 0,000 l/s/lfm = 0,01 l/s</p>																																				
<p>Bemerkungen:</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Projekt</td> <td style="width: 30%;">Deggingen-Reichenbach i.T., Erschließung Neubaugebiet Riegelstraße</td> <td style="width: 20%;">Anlage</td> <td style="width: 10%;">7.2</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;"> <p>Darstellung</p> <p>Berechnung des Zuflusses</p> <p>zu einem Graben nach DUPUIT & THIEM</p> <p>bzw. CHAPMAN (unvollkommener Graben)</p> </td> </tr> <tr> <td>Maßstab</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Bearbeiter</td> <td colspan="3">Dr. Th. Schmid</td> </tr> <tr> <td>Gezeichnet</td> <td colspan="3">ts</td> </tr> <tr> <td>Proj.-Nr.</td> <td colspan="3">2-21-085</td> </tr> <tr> <td>Datei</td> <td colspan="3">2-21-085-01anl7.2.123</td> </tr> <tr> <td>Datum</td> <td colspan="3">26.07.2021</td> </tr> </table> <div style="text-align: right; margin-top: 10px;">  <p>Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen</p> <p>Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60</p> </div>				Projekt	Deggingen-Reichenbach i.T., Erschließung Neubaugebiet Riegelstraße	Anlage	7.2	<p>Darstellung</p> <p>Berechnung des Zuflusses</p> <p>zu einem Graben nach DUPUIT & THIEM</p> <p>bzw. CHAPMAN (unvollkommener Graben)</p>				Maßstab				Bearbeiter	Dr. Th. Schmid			Gezeichnet	ts			Proj.-Nr.	2-21-085			Datei	2-21-085-01anl7.2.123			Datum	26.07.2021		
Projekt	Deggingen-Reichenbach i.T., Erschließung Neubaugebiet Riegelstraße	Anlage	7.2																																	
<p>Darstellung</p> <p>Berechnung des Zuflusses</p> <p>zu einem Graben nach DUPUIT & THIEM</p> <p>bzw. CHAPMAN (unvollkommener Graben)</p>																																				
Maßstab																																				
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid																																			
Gezeichnet	ts																																			
Proj.-Nr.	2-21-085																																			
Datei	2-21-085-01anl7.2.123																																			
Datum	26.07.2021																																			