Institut für Hydrogeologie
und Umweltgeologie
Baugrunduntersuchungen

Dipl.-Geol. Wolfram Hammer
Dr. Joachim Hönig
öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger für Erdbau,
Grundbau und Bodenmechanik
Dr. Marius Schünke
öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger für Hydrogeologie
(Boden und Grundwasserschäden)

G E O T E C H N I S C H E R B E R I C H T
(Baugrundgutachten)

Erschließung des Neubaugebiets „Birkhof“ in 73236 Deggingen

Auftraggeber : Gemeinde Deggingen, vertreten durch Herrn BM Karl Weber
Bahnhofstraße 9, 73326 Deggingen

Planung: mquadrat kommunikative Stadtentwicklung
Dipl.-Ing. (FH) Manfred Mezger, Hauptstraße 25, 73087 Bad Boll

Projekt-Nr. : 2-15-169

Gutachten-Nr. : 2-15-169-02-ts

_. Ausfertigung

25. Februar 2016

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 Planunterlagen, Baubeschreibung . . . 4

3 Untersuchungsumfang . . . 5
3.1 Feldarbeiten . . . 5
3.2 Bodenmechanische Laborversuche . . . 6
3.3 Chemische Untersuchung . . . 6

4 Baugrund . . . 7
4.1 Lage, Morphologie und geologischer Überblick . . . 7
4.2 Untergrundaufbau . . . 8
4.3 Grundwasser . . . 10
4.4 Homogenbereiche, Boden-/Frostempfindlichkeitsklassen, Bodenkennwerte . . . 12
4.5 Betonaggressivität nach DIN 4030 . . . 16
4.6 Bodenkundliche und abfallrechtliche Bewertung des Oberbodens . . . 16

5 Erschließung und Bebauung . . . 17
5.1 Kanal- und Leitungsbau . . . 17
5.2 Wasserhaltung im Bauzustand . . . 26
5.3 Verkehrsflächen . . . 27
5.4 Verdichtungskontrolle . . . 35
5.5 Bebauung . . . 36
5.5.1 Baugruben . . . 36
5.5.2 Gründung . . . 38
5.5.3 Entwässerung und Bauwerksabdichtung . . . 40
5.5.4 Erdbebengefährdung . . . 41
5.6 Verwertung/Entsorgung von Aushubmaterial . . . 41
5.7 Versickerung von Oberflächen-, Dachflächen- und Dränagewasser . . . 42
5.8 Wasserrechtlicher Hinweis . . . 44
5.9 Weitere Hinweise zur Erschließung und Bauausführung . . . 46

6 Ergänzende Untersuchungen . . . 47

7 Zusammenfassung und Schlussbemerkungen . . . 48

VERZEICHNIS DES ANHANGS

Anhang 1: Richtlinien, Vertrags- und Lieferbedingungen, Arbeitsblätter, Normen und sonstige Grundlagen in der Geotechnik

VERZEICHNIS DER ANLAGEN

Anlage 1:	Lagepläne	M 1 : 25 000/1 000
Anlage 2:	Geologische Schnitte	M 1 : 250/100
Anlage 3:	Schichtenverzeichnisse und Schichtprofile	M 1 : 50
Anlage 4:	Versuchsprotokolle bodenmechanischer Versuche	
Anlage 5:	Homogenbereiche nach DIN 18 300:2015-08	
Anlage 6:	Analysenprotokolle (Prüfberichte des chem. Labors)	
Anlage 7:	Auswertetabellen VwV und DepV	
Anlage 8:	Fotographische Dokumentation der Bohrung BK 1	

1 Vorgang

Die Gemeinde Deggingen beabsichtigt die Erschließung des Neubaugebiets „Birkhof". Um Aussagen über die Beschaffenheit des Baugrundes und die Grundwasserverhältnisse zu erhalten, wurde unser Haus am 01.10.2015 beauftragt, Baugrunduntersuchungen durchzuführen und einen geotechnischen Bericht zu erstellen. Grundlage des Auftrags war unser Angebot Nr. B 2-15-177a vom 09.09.2015 mit dem darin enthaltenen Leistungsumfang.

2 Planunterlagen, Baubeschreibung

Für die Feldarbeiten und zur Erstellung des vorliegenden Berichts erhielten wir vom Planungsbüro mquadrat, Bad Boll folgende Planunterlagen, jeweils als PDF-Dokumente per Email:

- Gemeinde Deggingen, Bebauungsplan „Birkhof", Lageplan zum Aufstellungsbeschluss vom 05.03.2015, M 1 : 1 000
- Gemeinde Deggingen, Bebauungsplan „Birkhof", Städtebauliche Skizze / Variante I vom 13.04.2015, M 1 : 1 000
- Gemeinde Deggingen, Bebauungsplan „Birkhof", Lageplan mit Bohrpunkten vom 16.11.2015, M 1 : 1 0000

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

Die Untersuchungsergebnisse von der Baugrunderkundung und der Geotechnische Bericht[1] für geplante Tiefbaumaßnahmen der Gemeinde Deggingen wurden ebenfalls ausgewertet. Weiterhin wurden die Topographische und die Geologische Karte M 1 : 25 000, Blatt 7323 + 7324, Geislingen an der Steige-West und Deggingen nebst Erläuterungen, 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) 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 zugrunde. Im nachfolgenden Text benutzte Kürzel werden dort erläutert.

[1] Geotechnischer Bericht: Tief- und Straßenbauarbeiten in 73326 Deggingen, Gartenstraße - ehem. Bahndamm - Jahnstraße. BWU Gutachten-Nr. 2-15-169-01-ts vom 08.02.2016..

Dem Bebauungsplanentwurf zufolge ist eine Wohnbebauung und eine verkehrsmäßige Erschließung über eine Zufahrtsstraße mit Anschluss an die Geislinger Straße/B 466 sowie an die Gartenstraße geplant. Es ist damit von der Errichtung nicht oder einfach unterkellerter Gebäude mit Baugruben von bis zu ≈3-4 m Tiefe und üblicher Tiefenlage der Kanäle und Leitungen von bis zu ≈3-4 m unter Gelände auszugehen. Nähere Angaben zur geplanten Erschließung und Bebauung liegen uns nicht vor.

Aufgrund des geneigten Geländes sowie des nach den Ergebnissen der durchgeführten Baugrunderkundung örtlich über den voraussichtlichen Aushub- bzw. Grabensohlen liegenden Grundwasserstands ist die Baumaßnahme in die Geotechnische Kategorie GK 2 nach DIN 4020 einzustufen.

3 Untersuchungsumfang

3.1 Feldarbeiten

Zur Erkundung des Untergrundaufbaus und der Grundwassersituation wurden am 02.-04.12.2015 zehn Kleinbohrungen nach DIN EN ISO 22475-1 (Rammkernsonde Ø 80/60/50 mm) bis in Tiefen von 3,7 m - 4,3 m u.Gel. abgeteuft.

Die Bohrpunkte wurden entlang der Erschließungsstraße platziert. BS 25 musste vom geplanten Standort abgerückt werden, da dieser zum Zeitpunkt der Bohrarbeiten als Schafweide eingepfercht und nicht zugänglich war.

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.

Ergänzend wurden die im Rahmen der geplanten Tiefbaumaßnahmen entlang des ehemaligen Bahndamms abgeteuften Bohrungen BS 12 (Kleinbohrung, Tiefe 3,45 m) und BK 1 (Aufschlussbohrung, Tiefe 8,0 m) zur Beurteilung der Baugrundverhältnisse mit herangezogen.

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

Die Bohrungen BS 17, BS 18, BS 21, BS 23 und BS 25 wurden zu 1,25"-Kleingrundwassermessstellen ausgebaut. Wegen der Lage neben der Straße erfolgte der Ausbau bei BS 17 unterflur mit tagwasserdichter Straßenkappe. Die übrigen Messstellen wurden überflur ausgebaut.

Die Aufschlusspunkte wurden durch das Vermessungsbüro Opferkuch, Kuchen, ausgepflockt und nach Lage und Meereshöhe eingemessen. Die Anordnung der Aufschlusspunkte auf dem Gelände ist im Lageplan (Anlage 1.2) dargestellt.

In Anlage 2 sind die Schichtprofile der Aufschlusspunkte in drei schematischen geologischen Schnitten dargestellt. Anlage 3 enthält die Schichtenbeschreibungen und Schichtprofile der Aufschlüsse und Anlage 8 eine fotografische Dokumentation der Aufschlussbohrung BK 1.

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 18 122) und Kornverteilung (DIN 18 123) 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

Um Anhaltspunkte bezüglich der Verwertungsmöglichkeiten des im Zuge der Baumaßnahmen anfallenden Bodenaushubs zu bekommen, wurde aus dem Oberbodenmaterial der Aufschlüsse (0-15 cm Tiefe) eine Mischprobe für die chemische Laboruntersuchung hergestellt. Diese wurde gekühlt und abgedunkelt gelagert, in geschlossener Kühlkette dem chemischen Labor BVU GmbH, Markt Rettenbach, angeliefert und dort im Umfang gemäß VwV und DepV untersucht.

4 Baugrund

4.1 Lage, Morphologie und geologischer Überblick

Das geplante Neubaugebiet „Birkhof" liegt am nordöstlichen Ortsrand von Deggingen in nach Südosten geneigter Hanglage (vgl. Übersichtslageplan Anlage 1.1). Die Geländehöhe beträgt etwa 483 mNN an der Zufahrt von der Geislinger Straße her und etwa 510 - 517 m entlang der nordwestlichen Grenze des Geltungsbereichs des Bebauungsplans. Die Hangneigung beträgt im nordöstlichen Teil des Baugebiets um etwa 6 - 12 % und steigt im Südwesten im Anschluss an die Bestandsbebauung auf bis zu ca. 20 - 25 % an.

Das Gelände wurde in der Vergangenheit landwirtschaftlich als Grünfläche genutzt. Abgesehen von dem landwirtschaftlichen Anwesen „Birkhof" im Nordosten waren vor Ort keine Anzeichen einer eventuellen früheren baulichen Nutzung erkennbar.

Nordöstlich des Birkhofs, im nordwestlichen Teil des Neubaugebiets zwischen BS 20 und BS 25 sowie am Ortsrand zwischen der Gartenstraße und dem ehemaligen Bahndamm sind im Bestandslageplan Quellfassungen eingetragen.

Gemäß der geologischen Karte von Baden-Württemberg, M 1 : 25 000, Blätter 7324 + 7424, Geislingen a.d. Steige-West und Deggingen, liegt das Neubaugebiet im Bereich der Wedelsandstein-, Ostreenkalk- und Hamitenton-Formation des Braunen Jura (Bajocium, früher Dogger γ + δ), die aus einer Wechselfolge von Tonstein, Mergelstein, Kalkstein und Kalksandstein bestehen. Diese Schichten sind jedoch von quartärem Hangschutt überdeckt.

Nördlich des Neubaugebiets verläuft eine Südwest-Nordost streichende tektonische Verwerfung, die Schichten des oberen Braunjura gegen Schichten des unteren Weißjura versetzt.

Das geplante Neubaugebiet befindet sich in der Zone III des mit Rechtsverordnung des Landratsamts Göppingen vom 07.12.1995 festgesetzten Wasserschutzgebiets zum Schutz der Grundwasserfassung „Pulvermühle" der Gemeinde Deggingen.

Nach der Karte der Erdbebenzonen für Baden-Württemberg liegt das geplante Neubaugebiet in der Erdbebenzone 0.

4.2 Untergrundaufbau

Folgende Schichtglieder wurden, z.T. nur in einzelnen Aufschlüssen, von oben nach unten angetroffen:

Bezeichnung	Schichtunter-grenze [m u.GOK]	Schichtdicke [m]	Bemerkung
Oberboden	0,1 - 0,15	0,1 - 0,15	
Auffüllungen	0,35 - 1,0	0,35 - 0,9	nur BK 1, BS 12, BS 17
Hangschutt	2,3 - >4,25	0 - >4	Schichtunterkante z.T. nicht er-reicht
Hanglehm	1,2 - >4,2	0,7 - >4,1	Schichtunterkante z.T. nicht er-reicht
Verwitterungston	3,1 - 3,9	0,5 - 3	
Talablagerungen (Auelehm, Kies)	3,4 - >4,3	1,0 - >1,5	nur am Hangfuß (BK 1, BS 12, BS 17)
Braunjura (Tonstein, Kalk-stein)	>8	unbekannt	Schichtuntergrenze nicht erreicht

Die Oberbodendecke weist an den Aufschlusspunkten nur eine sehr geringe Mächtigkeit von 0,1 - 0,15 m auf. Es handelt sich um schwach tonigen, schwach kiesigen, schwach sandigen, humosen und durchwurzelten Schluff der Bodengruppe OU nach DIN 18 196.

Künstliche Auffüllungen wurden nur im Bereich des Bahndamms (BK 1, BS 12: Gleisschotter) und neben der Gartenstraße (BS 17: Teil des Straßenoberbaus) in Mächtigkeiten von 0,35 - 0,9 m angetroffen. Es handelt sich hierbei um schwach bindigen bis bindigen, gemischtkörnigen Boden der Bodengruppen GU, GU* und GT* in steifer Konsistenz.

Im nordöstlichen und zentralen Teil des Neubaugebiets (Geologischer Schnitt A und hangseitiger Teil des Geologischen Schnittes B) steht oberflächennah kiesig-schluffiger Hangschutt an, der hangseitig bis unter die Aufschlussendtiefen von 4,0 - 4,2 m reicht. Talseitig nimmt die Mächtigkeit ab und der Hangschutt wird oberflächennah örtlich von einer schluffigen Hanglehmschicht überlagert (geologischer Schnitt A). Im Geologischen Schnitt B keilt der Hangschutt etwa auf halber Hanghöhe aus und ist talseitig nicht mehr vorhanden.

Im Geologischen Schnitt C an der Südwestseite des Neubaugebiets wurde kein Hangschutt angetroffen. Hier besteht der oberflächennahe Untergrund, ebenso wie im talseitigen Teil des Geologischen Schnittes B, aus schwach kiesigem bis kiesigem, tonigem Hanglehm in steifer und

z.T. steif-halbfester Konsistenz. Bodenmechanisch ist der Hanglehm vorwiegend der Bodengruppe TM (mittelplastischer Ton), teilweise jedoch auch der Bodengruppe TA (ausgeprägt plastischer Ton) bzw. dem Übergangsbereich der beiden Bodengruppen zuzuordnen. Der Hanglehm reicht bis in 1,2 m bis >4,2 m Tiefe.

Nur in den talseitigen Aufschlüssen am Standort des geplanten RÜB auf dem ehemaligen Bahndamm (BS 12, BK 1) sowie bei BS 17 wird der Hanglehm ab 2,4 m - 2,9 m bis in 3,1 - 3,9 m Tiefe von weichem, organischem Auelehm (Bodengruppen TA, OT) und zersetztem Torf (Bodengruppe HZ) unterlagert. Darunter folgt eine geringmächtige Kiesschicht (Talfüllung, Bodengruppe GU) bis in 3,4 m - 4,15 m Tiefe, die ebenfalls organische, pflanzliche und torfige Anteile aufweist. Bei BS 17 reicht der Kies bis in >4,3 m Tiefe.

Der im Hangbereich darunter folgende Verwitterungston lässt eine Schichtung noch erkennen und wird daher bereits dem Braunjura zugeordnet. Petrographisch und bodenmechanisch handelt es sich um schluffig-feinsandigen, vorwiegend mittelplastischen Ton der Bodengruppe TM in meist halbfester Konsistenz. Bei BS 19 sind einige dünne, zerlegte Kalksteinbänkchen eingeschaltet und der Verwitterungston weist abschnittsweise steife oder auch nur steif-weiche Konsistenz auf. Bei BS 20 setzt der Verwitterungston abweichend vom übrigen Neubaugebiet bereits unmittelbar unter dem Oberboden ein und ist bis in 2,4 m Tiefe ausgeprägt plastisch (Bodengruppe TA) bei steifer Konsistenz.

Im Hangbereich ist das tiefste erbohrte Schichtglied mürber, verwitterter, fester Tonstein, in dem bereits nach wenigen Dezimetern der Eindringwiderstand so groß war, dass mit Kleinrammbohrungen kein weiterer Bohrfortschrittmehr erzielt werden konnte (BS 16, BS 19, BS 20, BS 21).

Talseitig wurde unter der quartären Talfüllung bei BK 1 eine knapp 1 m mächtige, harte Kalksteinbank angetroffen, bei dem es sich um den Blaukalk der Wedelsandstein-Formation handeln dürfte. Darunter folgt bis zur Aufschlussendtiefe von 8 m fester bis harter Tonstein.

Die im Einzelnen an den Aufschlusspunkten angetroffenen Bodenschichten sind als Schichtenbeschreibungen und Schichtprofile in Anlage 3 dargestellt. In Anlage 8 findet sich eine fotographische Dokumentation der Aufschlussbohrung BK 1.

Aus den zwangsläufig punktuellen Aufschlüssen wurden durch Interpolation unter Berücksichtigung der geologischen Zusammenhänge drei schematische geologische Schnitte gefertigt, die das beschriebene Baugrundmodell darstellen (Anlage 2). Zwischen den Aufschlusspunkten wurde

linear interpoliert. Es ist daher möglich und wahrscheinlich, dass der tatsächliche Schichtenverlauf in der Schnittebene angesichts des sehr großen Aufschlussabstands von der schematischen Darstellung abweicht.

4.3 Grundwasser

An den meisten Aufschlusspunkten waren Grundwasserzutritte festzustellen. Lediglich BS 16, BS 19, BS 20 und BS 21 blieben trocken. Grundwasserleiter sind der kiesige Hangschutt sowie die kiesigen Talablagerungen, wobei bei BS 25 auch im Hanglehm eine Grundwasserführung festgestellt wurde.

Möglicherweise ist im festen Tonstein ein weiteres Grundwasserstockwerk ausgebildet, das jedoch dann voraussichtlich größtenteils unterhalb der Grabensohlen bei der Erschließung zu liegen kommt.

Folgende Grundwasserstände wurden bisher gemessen:

Messstelle Datum/Zeit	Wasser-stand [m u.Gel.]	Gelände-höhe [mNN]	Wasser-stand [m u.POK]	POK [mNN]	Wasser-stand [mNN]	Bemerkungen
BK 1 04.12.15	4,00	484,82		484,60	480,82	GW angebohrt
	3,56				481,26	GW nach Bohrende
23.12.15	3,02		2,80		481,80	GW Ruhe
27.01.15	2,18		1,96		482,64	
BS12 02.12.15		484,53				k. GW beim Bohren
	3,15				481,38	GW nach Bohrende
BS 16 02.12.15	-	488,49			-	kein GW
BS 17 03.12.15	3,80	488,14	-	487,95	484,37	GW angebohrt
	2,24		-		485,90	GW nach Bohrende
23.12.15	2,57		2,38		485,57	GW Ruhe
27.01.16	2,30		2,11		485,84	
BS 18 03.12.15	3,70	490,69	-	491,44	486,99	GW angebohrt
	3,15		-		487,54	GW nach Bohrende
23.12.15	3,64		4,39		487,05	GW Ruhe
27.01.16	2,91		3,66		487,78	
BS 19 04.12.15	-	495,91			-	kein GW

Messstelle Datum/Zeit	Wasser-stand [m u.Gel.]	Gelände-höhe [mNN]	Wasser-stand [m u.POK]	POK [mNN]	Wasser-stand [mNN]	Bemerkungen
BS 20 04.12.15	-	500,58			-	kein GW
BS 21 03.12.15	-	500,22	-	501,00		kein GW
	-		-			
23.12.15	-		-			
27.01.16	-					
BS 22 03.12.15	3,95	496,29			492,34	GW angebohrt
	3,75				492,54	GW nach Bohrende
BS 23 03.12.15	-	505,55	-	506,44	-	kein GW beim bohren
	3,80		-		501,75	GW nach Bohrende
23.12.15	3,63		4,52		501,92	GW Ruhe
27.01.16	3,08		3,97		502,47	
BS 24 03.12.15	3,95	506,50			502,55	GW angebohrt
	3,90				502,60	GW nach Bohrende
BS 25 03.12.15	-	510,57	-	511,37	-	kein GW beim bohren
	-		-		-	GW nach Bohrende
23.12.15	2,51		3,31		508,06	GW Ruhe
27.01.16	2,04		2,84		508,53	

Der höchstmögliche Grundwasserstand bzw. die jahreszeitliche und witterungsabhängige Schwankungsbreite des Grundwasserstands ist nicht bekannt, da keine längerfristigen Messreihen vorliegen. Die höchsten bislang gemessenen Grundwasserstände liegen in rund 2 - 4 m Tiefe.

Die wenigen Messpunkte und Stichtagsmessungen des Grundwasserstands bieten keine geeignete Grundlage für einen Vorschlag zur Festsetzung des Bemessungswasserstands im Neubaugebiet.

Generell muss jedoch bei den Erschließungsarbeiten und bei der Bebauung praktisch im gesamten Neubaugebiet mit Grundwasserzutritten oberhalb der voraussichtlichen Graben- bzw. Aushubsohlen gerechnet werden.

Für Einzelbauvorhaben bei der späteren Bebauung ist die Festsetzung eines objektbezogenen Bemessungswasserstand auf Grundlage weiterer geotechnischer und hydrogeologischer Untersuchungen im jeweiligen Baufeld zu empfehlen, wobei besonderes Augenmerk auf die zutreffende Beurteilung der Grundwasserverhältnisse zu legen ist. Hierfür sind Messungen des Grundwasser-

stands über einen längeren Zeitraum erforderlich, da sich nach den bislang vorliegenden Erkundungsergebnissen ein Ruhegrundwasserstand beim oder kurz nach dem Bohren nicht einstellt.

Bei den Erschließungsarbeiten ist mindestens in Teilen des Neubaugebiets mit Grundwasserzutritten im Kanalgraben zu rechnen. Da sich der Kanalgraben entlang der Erschließungsstraße durch das gesamte Neubaugebiet zieht, kann die gut wasserdurchlässige Leitungszone als Längsdränage wirken und die grundwasserführenden Bereiche in verschiedenen Teilen des Neubaugebiets miteinander verbinden sowie auch verschiedene Grundwasserstockwerke (Hangschutt - Talkies) kurzschließen.

Es wird daher empfohlen, für die Erschließungsarbeiten einen Bemessungswasserstand in einer Tiefe von 1 m unter Straßenhöhe festzulegen und an den Kanalschächten bzw. je nach Neigung und Länge auch in den Haltungen Grundwassersperren anzuordnen (s. Abschnitt 5.1), um eine dauerhafte Ableitung von Grundwasser entlang des Kanalgrabens zu vermeiden. Im Zusammenhang mit dem Schutz künftiger Gebäude gegen Grundwasser und dem Schutz des Grundwassers selbst ist unbedingt anzustreben, die bestehenden Grundwasserverhältnisse innerhalb und außerhalb des Baugebiets nicht dauerhaft zu verändern.

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

4.4 Homogenbereiche, Boden-/Frostempfindlichkeitsklassen, Bodenkennwerte

Homogenbereiche nach DIN 18 300 Ausgabe 2015, Bodenklassen nach DIN 18 300 Ausgabe 2012 und Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTV E-StB 09

Die DIN 18 300 Ausgabe 2012 fasste Boden- und Felsarten nach dem Schwierigkeitsgrad beim Bearbeiten (Lösen, Laden, Fördern, Einbauen und Verdichten) in sieben Klassen zusammen.

Diese lag unserem Angebot und der durchgeführten Baugrunderkundung zugrunde.

Im August 2015 wurden eine Neufassung der DIN 18 300 und DIN 18 301 veröffentlicht und mit Aktualisierung der VOB im September 2015 als ATV eingeführt, nach der Boden- und Felsarten in Homogenbereiche einzuteilen sind und die bisherigen Bodenklassen entfallen.

Ein Homogenbereich umfasst einen begrenzten Bereich mit einer oder mehreren Boden- und/oder Felsarten, die entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen für einsetzbare Erdbaugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweisen. Umweltrelevante Inhaltsstoffe sind bei der Einteilung in Homogenbereiche ggf. zu berücksichtigen.

Die aktuelle DIN 18 300 fordert die Angabe bestimmter Eigenschaften und Kennwerte sowie deren 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.

Es wurde daher in Absprache mit der Gemeinde Deggingen und den Fachplanern ein umfangreicheres bodenmechanisches Laborprogramm durchgeführt als angeboten. Dieses umfasst die nach unserer Einschätzung wichtigsten Aspekte der neuen Normen, genügt aber nicht in allen Punkten den aktuellen normativen Anforderungen, sondern stellt eine unter dem Kosten-Nutzen-Aspekt optimierte Vorgehensweise dar.

Nachfolgend werden die geforderten Eigenschaften und Kennwerte als Schätzwerte angegeben, soweit dies auf Grundlage der durchgeführten Untersuchungen möglich ist. Eine Überprüfung der Eigenschaften und Kennwerte, insbesondere deren Bandbreite, wie dies in der aktuellen DIN 18 300 enthalten ist, konnte nicht in allen Fällen erfolgen. Falls dies für die Ausschreibung der Erdarbeiten erforderlich ist, sind ggf. weitere Erkundungsmaßnahmen durchzuführen.

Die Einstufung von Böden in Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTV E-StB 09 erfolgt auf Grundlage ihrer Zusammensetzung (Feinkornanteil, Kornverteilung, Mineralart) und der Einteilung in Bodengruppen nach DIN 18 196.

Nach den Richtlinien der DIN 18 300 sowie den ZTV E-StB 09 ergibt sich für die Baumaßnahme folgende Zuordnung der Homogenbereiche sowie Frostempfindlichkeitsklassen. Die bisherigen Bodenklassen sind zum Vergleich zusätzlich angegeben.

Bodenschicht (Bodengruppe DIN 18 196)	Homogenbereich nach DIN 18 300:2015-08	Boden- bzw. Felsklasse nach DIN 18 300:2012-09	Frostempfindlichkeitsklasse ZTV E-StB 09
Oberboden (OU)	A	1	F 2
Ton, Schluff, Kies, weich bis halbfest (TM, TA, OT, HZ, GW, GU, GU*, GT*)	B	3-5	F 1 - F 3
Tonstein, fest*	C	6	F 3
Kalkstein, hart**	D	7	F 1

*einaxiale Druckfestigkeit $q_u \approx 5$ MN/m², s. Anlage 4
**einaxiale Druckfestigkeit $q_u \approx 60$ MN/m², s. Anlage 4

Die bisherigen Bodenklassen sowie die Zuordnung der einzelnen Bodenschichten zu den Homogenbereichen ist in den Schichtenbeschreibungen und Bohrprofilen (Anlage 3) ebenfalls angegeben. Die Eigenschaften und Kennwerte der Homogenbereiche nach DIN 18 300 sind in Anlage 5 tabellarisch aufgelistet.

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.

Bodenschicht	Bodengruppe nach DIN 18 196	Wichte über Wasser γ [kN/m³]	Wichte unter Auftrieb γ' [kN/m³]	Reibungswinkel φ [°]	Kohäsion c [kN/m²]	Steifeziffer E_s [MN/m²]	Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]
Auffüllung nicht-schwach bindig	GE, GW, GU	15-18	8-10	27,5-32,5	0	-	10^{-2}-10^{-6}
gemischtkörnig	GU*, GT*	15-18	6-9	25-30	0	-	10^{-6}-10^{-8}
bindig	TL, TM, TA	15-18	5-8	15-20	0	-	$<10^{-8}$
Kies nicht bis schwach bindig	GW, GU	19-21	11-13	32,5-37,5	0	80-150	10^{-3}-10^{-6}
Kies gemischtkörnig	GU*,GT*	19-21	9-11	30-35	10-30	60-100	10^{-6}-10^{-8}
Auelehm organisch, weich	TA, OT	15-18	5-8	15-17,5	0	0,5-2	$<10^{-8}$
Torf	HZ	12-14	2-4	15-20	2-5	0,5-1,5	10^{-4}-10^{-6}
steif	TM	20	10	22,5	10-20	4-8	$<10^{-8}$
halbfest	TM	21	11	22,5	15-30	8-15	$<10^{-8}$
Verwitterungston halbfest	TM	21	11	22,5	15-30	10-20	$<10^{-8}$
Kalkstein, hart*	Z	23-26	13-16	>40	>40	>200	10^{-4}-10^{-8}
Tonstein, fest*	Z	22-25	12-15	30-35	>40	25-60	10^{-4}-10^{-8}

*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 [kN/m³]
Schotter, Splittgemische	35	20/12
Kiesgemische und Siebschutt	32,5	20/12
bindige und kiesig-steinige Böden (Aushub)	20-25	19/9

Für erdstatische Berechnungen sind jeweils die ungünstigsten angegebenen Werte zu verwenden.

Werden Schichten in der offenen Baugrube 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 Betonaggressivität nach DIN 4030

Eine chemische Analyse von Boden- oder Grundwasserproben wurde nicht durchgeführt. Aufgrund der petrographischen Zusammensetzung der anstehenden Bodenschichten ist jedoch anzunehmen, dass diese zumindest über dem Grundwasser nicht betonaggressiv wirken. Im Grundwasser kann es aufgrund dessen chemischen Eigenschaften (z.B. Kohlensäuregehalt) zu Betonaggressivität kommen.

Konkrete Anhaltspunkte für einen diesbezüglichen Verdacht bestehen nicht. Sicherheit hierüber kann aber nur durch die Entnahme und Untersuchung von Boden- und Grundwasserproben erlangt werden.

4.6 Bodenkundliche und abfallrechtliche Bewertung des Oberbodens

Die anhand der Aufschlüsse im Hangbereich erbohrten Bodenprofile wurden vor Ort nach bodenkundlichen Kriterien beurteilt. In den hangseitigen Bodenprofilen zeigte sich im Wesentlichen folgender Aufbau:

Unter einem nur 10-15 cm mächtigen krümeligem, schwach humosem und teilweise grusigem Oberboden (Ah-Horizont) folgt in allen Aufschlüssen das Ausgangssubstrat (C-Horizont). Ein Unterbodenhorizont (B-Horizont) ist nicht ausgebildet. Der C-Horizont besteht aus tonigem, schwach steinigem Hanglehm sowie aus steinigen und lehmigen Hangschuttablagerungen.

Die chemische Untersuchungsergebnisse des Oberbodens liegen der Anlage 6 in Form des Analysenprotokolls des Labors bei. Wie sich daraus ersehen lässt, halten die untersuchten Parameter mit Ausnahme des Zinks die Vorsorgewerte für Böden gemäß Anhang 2, Abschnitt 4 der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) ein. Beim Zink wird der Vorsorgewert um 20% überschritten. Daraus folgt, dass der Oberboden für den Auftrag auf landwirtschaftlichen Flächen nicht geeignet ist. Ansonsten kann nach Einschätzung der Unterzeichnenden der untersuchte Boden für die Herstellung durchwurzelbarer Flächen verwendet werden.

Die abfallrechtliche Bewertung des Bodens erfolgt gemäß der Verwaltungsvorschrift (VwV) "Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial" des Umweltministeriums Baden-Württemberg vom 14.03.2007 sowie der Deponieverordnung (DepV) vom April 2009. Wie die Auswertung der Analysenergebnisse, die der Anlage 7 beigefügt ist zeigt, hält die untersuchte

Probe die Zuordnungswerte Z1.1 der VwV ein. Aufgrund des erhöhten Gehaltes an organischer Substanz (Humus) und nicht aufgrund des Schadstoffgehaltes überschreitet die Bodenprobe aus Sicht der DepV die Zuordnungswerte der Deponieklasse III. Somit ist der Boden für die Beseitigung auf einer Deponie ungeeignet, nicht jedoch für Rekultivierungsmaßnahmen auf Deponieflächen.

5 Erschließung und Bebauung

5.1 Kanal- und Leitungsbau

Herstellung von Kanal- und Leitungsgräben

Über die städtebauliche Skizze und den Lageplan hinausgehende Planunterlagen oder Informationen zu den Erschließungsmaßnahmen liegen uns nicht vor, so dass hier nur allgemeine Hinweise gegeben werden können. Die nachfolgenden Hinweise und Empfehlungen gehen von der üblichen Tiefenlage der Kanäle und Leitungen von maximal ca. 3-4 m unter Gelände aus.

Bei der Herstellung und Sicherung von Kanal- und Leitungsgräben sind die Richtlinien der DIN 4124 und DIN EN 1610 zu beachten. Danach können nicht verbaute Gräben bis zu einer Tiefe von maximal 1,25 m und einer mindestens steifen Konsistenz bei bindigem Untergrund mit senkrechten Wänden hergestellt werden.

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	$\beta \leq 45°$
b)	steife bis halbfeste bindige Böden	$\beta \leq 60°$
c)	Fels	$\beta \leq 80°$

Bis in ca. 4 m Tiefe kann im nordöstlichen Teil des Neubaugebiets vorwiegend mit gemischtkörnigem Boden (Bodengruppe GU*) und nach Süden hin und am Hangfuß mit bindigem Boden (Bodengruppe TM, z.T. TA) in vorwiegend steifer bis halbfester Konsistenz gerechnet werden. Derartige Böden sind mittelschwer lösbar und standfest, so dass in derartigen Böden ggf. unter $\beta \leq 60°$ geböscht und ein maßhaltiger Aushub ohne besondere Erschwernisse erwartet werden kann.

Örtlich wurden jedoch auch schwach bindiger Hangschutt oder weicher Boden angetroffen. In derartigen Bereichen sowie in Bereichen, wo Gräben bis unter den Grundwasserspiegel reichen, kann eine Reduktion des Böschungswinkels auf $\beta \leq 45°$ oder weniger erforderlich werden und es ist mit Ausbrüchen an den Grabenwänden sowie ggf. Grundwasserzutritt einhergehend mit stark reduzierter Standfestigkeit zu rechnen.

In geringem Umfang können Gräben auch bis in den festen, felsartigen und schwer lösbaren Untergrund reichen, so dass ggf. eine Erhöhung des Böschungswinkels auf bis zu $\beta \leq 80°$ im basalen Grabenbereich möglich sein kann. Da sich felsartiger Untergrund nur an vorgegebenen Trennflächen (Klüften und Schichtfugen) lösen lässt, kann ein maßhaltiger Aushub nicht erwartet werden. Mehraushub an der Sohle muss ggf. mit Bettungsmaterial ausgeglichen werden. Dies ist bei der Ausschreibung und Massenabschätzung der Arbeiten zu berücksichtigen. Weiterhin ist zu beobachten, dass beim Lösen von Steinen oder Kluftkörpern aus dem Verband Auflockerungen an den Grabenwänden auftreten können.

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 und DIN EN 1610.

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 vorauseilendem 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.

Wo die Baugrundaufschlüsse in <4 m Tiefe enden, kann ab der jeweiligen Aufschlussendtiefe fester, felsartiger Untergrund (Bodenklassen 6 und eventuell 7 nach DIN 18 300 alt) anstehen. Ob es sich hierbei um festen Tonstein oder dünne Kalk- oder Mergelsteinbänke (Bodenklasse 6) oder um massiven Kalk- oder Sandsteinsteinfels (Bodenklasse 7) handelt, kann nach den Erkundungsergebnissen außer bei BK 1 auf dem ehemaligen Bahndamm nicht entschieden werden. Der allgemeinen petrographischen Ausbildung der anstehenden Schichten zufolge kann sowohl Bodenklasse 6 als auch Bodenklasse 7 nach DIN 18 300 alt vorliegen.

Falls die Grabensohle im Bereich des ehemaligen Bahndamms und im Anschluss an die Geislinger Straße in >3 - 4 m Tiefe liegt, werden zum Lösen von Felsbänken im Leitungsgraben voraussichtlich besondere Maßnahmen erforderlich. Der Einsatz von Hydraulikmeißeln ist mit Erschütterungen verbunden. Falls Lärm und Erschütterungen gering gehalten werden müssen, kommen zum Lösen von Fels auch erschütterungsarme Techniken in Frage (z. B. Einsatz einer Felsfräse oder hydraulischer Spaltkeile in Perforationsbohrungen).

Wir empfehlen daher, für Felsaushub in der ebenfalls Massenansätze vorzusehen. Für eine zuverlässige Massenermittlung ist ein sorgfältiges Aufmaß während des Aushubes erforderlich.

Verbauten von Gräben außerhalb des Straßenraumes bzw. ohne Nachbarbebauung können auf den aktiven Erddruck bemessen werden. Im Straßenraum und besonders im Anschlussbereich an den Bestand empfehlen wir eine Bemessung des Verbaus auf den erhöhten aktiven Erddruck $E = 0{,}5 \cdot (E_a + E_0)$. Sofern Bauwerke, unterirdische Einbauten oder Verkehrlasten in einer geringeren Entfernung als der einfachen Baugrubentiefe (Lastausbreitungswinkel 45°) vorhanden sind, sind diese bei der Ermittlung des Erddrucks auf den Verbau ebenfalls zu berücksichtigen. Im Bereich naheliegender sehr schlanker, verformungsempfindlicher Bauteile (z.B. Strom-, Leitungs-, Straßenbeleuchtungsmasten) sollte der Verbau auf den Erdruhedruck ausgelegt werden.

Leitungszone

Die Leitungszone (Bettung, Seitenverfüllung und Rohrabdeckung) ist gemäß DIN EN 1610 auszuführen.

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

Rohre 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. Um Linien- und Punktlagerungen in Fels, in steinigen oder festgelagerten Böden zu vermeiden ist die Dicke der unteren Bettungsschicht a bei derartigem Untergrund auf 100 mm + 1/5 DN in mm, mindestens jedoch 150 mm zu erhöhen.

Je nach Tiefenlage und Lage im Baugebiet kann auf Höhe der Grabensohle auch felsartiger Baugrund anstehen. Es ist ggf. zu prüfen, ob unterschiedlichen Bettungsbedingungen für die Rohrstatik verträglich sind. Die Aushubsohle ist von eventuell vorhandenen gelockerten Steinen/Blöcken zu räumen. Größere Unebenheiten sind durch den Einbau von Schotter oder durch Magerbeton auszugleichen.

Das Material für die Bettungsschicht muss die Anforderungen nach Abschnitt 5.3 der DIN EN 1610 erfüllen. Das Größtkorn darf bei Rohren ≤ DN 200 maximal 22 mm und bei Rohren ≤ 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.

Im Fall mächtigerer Weichzonen oder organischer Lagen ist ein Bodenaustausch in Form einer Tragschicht aus gut verdichtbarem, körnigem Material vorzunehmen (z.B. Schottertragschichtmaterial der Körnung 0/32 oder 0/45 nach ZTV SoB-StB 04). Zusätzlich sollte ein Geotextil der Georobustheitsklasse GRK 3 oder 4 auf dem Erdplanum verlegt und an den Flanken bis mindestens OK Bodenaustausch hochgezogen werden.

Die Aushubsohlen/Auflagerflächen sind zu verdichten, um eventuelle Auflockerungen durch den vorangegangenen Aushub rückzustellen. Die Grabensohle und die untere Bettungsschicht dürfen jedoch nicht stärker verdichtet werden als die obere Bettungsschicht, um eine gleichmäßige Spannungsverteilung im Bettungsbereich zu gewährleisten.

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 einzubauen. Das Größtkorn ist in Abhängigkeit vom verwendeten Rohrtyp festzulegen. Ein Größtkorn von 32 mm ist bei den meisten Rohrtypen verträglich. In den ZTV E-StB 09 wird allerdings 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.

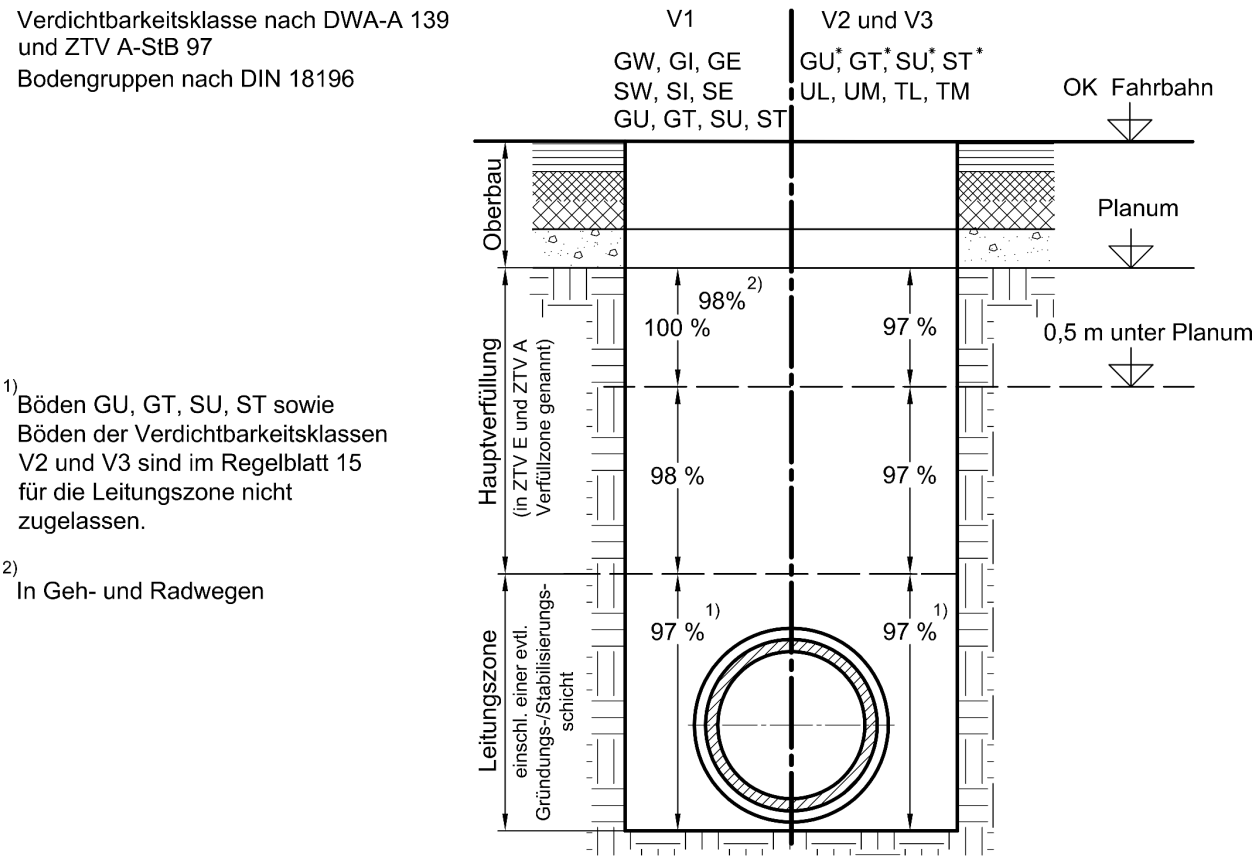
Hauptverfüllung von Kanal- und Leitungsgräben

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 09 und der ZTV A-StB 12 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 09 und ZTV A-StB 12 sind folgende Verdichtungsanforderungen einzuhalten:



Bei Baugruben und Gräben außerhalb von Verkehrsflächen ist mindestens die Lagerungsdichte des umgebenden Bodens einzuhalten, gemäß ZTV E-StB 09 jedoch mindestens 97% D_{Pr}.

Die anstehenden und beim Aushub anfallenden Böden sind den Verdichtbarkeitsklasse V 1 (schwach schluffiger Kies, Bodengruppe GU, nur untergeordnet zu erwarten), V 2 (schluffiger Kies, Bodengruppe GU*) und V 3 (Bodengruppe TM) zuzuordnen.

Bindiges Aushubmaterial der Verdichtbarkeitsklasse V 3 in steifer Konsistenz ist unter geotechnischen Aspekten (Verdichtbarkeit beim Einbau, Tragfähigkeit) nach den o.g. Kriterien zum Wiedereinbau nur bedingt geeignet (evtl. nach Bodenverbesserung/Bindemittelbehandlung s.u.).

Höchstens erdfeuchter schluffiger Kies oder bindiges Aushubmaterial in annähernd halbfester Konsistenz kann eventuell wiederverwendet werden, wenn eine witterungsgeschützte Zwischenlagerung möglich ist. Zum Schutz vor Durchfeuchtung kann eine Miete mit geneigter (Quergefälle ≥5%) und glatt abgewalzter Oberfläche hergestellt oder eine Abdeckung mit sturmsicher angebrachter Folie vorgenommen werden.

Tonige, ausgeprägt plastische Böden (Verwitterungston, Bodengruppe TA) sind nur bedingt geeignet, da sie sich auch durch Stabilisierungsmaßnahmen nicht oder nur in begrenztem Umfang bezüglich ihrer Verdichtungseigenschaften verbessern lassen.

Besser geeignet für den Wiedereinbau ist Tonstein in fester Konsistenz, dessen Wassergehalt beim Einbau dem optimalen Wassergehalt (w_{opt} laut Proctorversuch nach DIN 18 127) entsprechen muss (ev. Wasserzugabe erforderlich). Beim Aushub anfallende größere Steine oder Blöcke sind vor dem Wiedereinbau zu zerkleinern.

Weiche, breiige und organische Böden (v.a. oberflächennahe Bodenschichten, die bei niederschlagsreicher Witterung stark aufgeweicht sind) sind zum Wiedereinbau als Hauptverfüllung in Gräben oberhalb der Leitungszone oder für eine Bodenverbesserung nicht geeignet und zu separieren und zu beseitigen.

Gut für Verfüllzwecke geeignet sind Tragschichtmaterial nach ZTV SoB-StB 04 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.

Der Einbau von RC-Baustoffen ist frühestens ab einem Niveau ≥1 m über dem höchsten Grundwasserstand (≙ Bemessungswasserstand) zulässig. Wenn unserem Vorschlag gefolgt und der Bemessungswasserstand in einem Niveau von 1 m unter Gelände festgesetzt wird, können RC-Baustoffe zur Grabenverfüllung im Erschließungsgebiet nicht zur Anwendung kommen.

Der natürliche Wassergehalt steifplastischer bindiger und gemischtkörniger Böden liegt meist etwas zu hoch für optimale Verdichtbarkeit. Eine Verringerung des Wassergehalts wird in der Praxis üblicherweise durch Zugabe von Bindemittel (Kalk und/oder Zement) erreicht. Auf ein homogenes Einmischen des Bindemittels (z.B. durch Einfräsen) ist hierbei ggf. sorgfältig zu achten. Bei einer Einmischung mit dem Baggerlöffel oder Separator kann die erwartete Verbesserung möglicherweise nicht erreicht werden.

Weitere Hinweise zu Bodenverbesserungsmaßnahmen können Abschnitt 5.3 entnommen werden.

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 09 und ZTV A-StB 12 für die Verfüllung in Straßenbereichen verwiesen.

Die Verdichtung der Grabenverfüllung ist im geforderten Umfang gemäß ZTV E-StB 09, Abschnitt 14 je nach gewählter Prüfmethode im Zuge der Eigenüberwachung durch den Auftragnehmer nachzuweisen. Unabhängige Kontrollprüfungen durch den Auftraggeber werden empfohlen.

Unverändertes Aushubmaterial kann eventuell in nicht setzungsempfindlichen Bereichen (z.B. unter Grünflächen, in Lärmschutzwällen, zur Geländemodellierung) wieder eingebaut werden, wo keine besonderen Anforderungen hinsichtlich optimaler Verdichtbarkeit zu stellen sind und im Lauf der Zeit auftretende Konsolidationssetzungen der Grabenverfüllung ggf. im Zuge der gärtnerischen Pflege ausgeglichen werden können.

Der Rückbau eines Grabenverbaus muss unter abwechselndem schrittweisem Ziehen und unmittelbar anschließendem Nachverdichten erfolgen. Es muss eine kraftschlüssige und vollflächige Verbindung des Verfüllmaterials mit dem gewachsenen Boden der Grabenwand entstehen. Ist ein Rückbau erst nach dem Verfüllen möglich, so ist dies in der Rohrstatik zu berücksichtigen. In besonderen Fällen ist der Verbau im Untergrund zu belassen.

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 Grundwassersperren (z.B. Lehmschlag oder Betonriegel) einzubauen, um eine Grundwasserableitung entlang der Leitungsgräben zu verhindern. Diese müssen sämtliche hydraulisch leitfähigen Schichten (Rohrauflager, Leitungszone, eventuelle bauzeitlichen 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 Grundwassersperren 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 der Schachtbauwerke kann überwiegend mit ausreichend tragfähigem Baugrund gerechnet werden. Lediglich im Bereich organischer und weicher Böden ist von ungenügender Tragfähigkeit auszugehen. Dies wird möglicherweise am Hangfuß im Bereich des ehemaligen Bahndamms und im Anschlussbereich an die Geislinger Straße der Fall sein. In derartigen Bereichen empfehlen wir einen Bodenaustausch bis auf vorwiegend mineralische Böden von mindestens steifer Konsistenz vorzunehmen, um Setzungen der Schachtbauwerke zu verhindern. Als Ersatzbaustoffe sind körnige, gut verdichtbare Mineralstoffgemische der Verdichtbarkeitsklasse V 1 bei lagenweise optimaler Verdichtung einzubauen.

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 Erdruhedruck 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 je nach Tiefe und Lage im Neubaugebiet sowie Witterungsverhältnissen und Grundwasserstand vor und während der Bauausführung zu Grundwasserzutritten kommen, die eventuell eine Wasserhaltung erforderlich werden lassen.

Für eine belastbare Abschätzung des Grundwasserandrangs in Gräben liegt keine ausreichende Datengrundlage vor, da der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert der anstehenden Böden nur anhand der Bodenansprache grob geschätzt werden kann. Sofern keine ergiebigen Quellhorizonte angeschnitten werden, wird der zu erwartende Grundwasserandrang in Gräben eher gering in der Größenordnung von ≤0,05 l/s/lfm eingeschätzt (d.h. ≤0,5 l/s je 10 m Grabenlänge).

Sofern diese Schätzung zutreffend ist, sollte eine offene Wasserhaltung möglich und ausreichend sein. Bei günstigen Witterungsverhältnissen können die Gräben auch trocken bleiben.

Bei der Einleitung von Grundwasser in die Kanalisation oder in ein Gewässer sind nach unserer Kenntnis i.d.R. 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 Grundwasserproben zu entnehmen und nach den in Abschnitt 5.8 (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 keine schädlichen Auswirkungen auf die Umgebung zu erwarten.

Mit Austrocknungserscheinungen und dadurch induzierten Schrumpfsetzungen oberflächennaher bindiger Schichten infolge einer Grundwasserabsenkung ist in Anbetracht der begrenzten Zeitdauer und der durch eine reine Schwerkraft-Grundwasserabsenkung nicht möglichen völligen Entwässerung bindiger Böden nicht zu rechnen.

Im Hangschutt und im Talkies selber ist aufgrund dessen hohen Verformungsmoduls nur mit vernachlässigbaren Setzungen (wenige Millimeter) infolge Wegfalls von Auftrieb zu rechnen.

Die Reichweite der Absenkung nach SICHARDT wird bei Absenkbeträgen <1-2 m aufgrund des geringen Durchlässigkeitsbeiwerts der anstehenden Schichten unter 5 m liegen.

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.

In den Gräben sind daher Grundwassersperren vorzusehen (s.o.).

5.3 Verkehrsflächen

Bei der Bemessung und Ausführung von Verkehrsflächen empfehlen wir, die Richtlinien der RStO 12, der ZTV E-StB 09 und der ZTV T-StB 95 bzw. ZTV SoB-StB 04 und ZTV Beton-StB 07 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 12, Abschnitt 4, zu berücksichtigen. Bei der Ermittlung der Belastungsklasse ist der Baustellenverkehr zu berücksichtigen.

Gemäß RStO 12 sind die Erschließungsstraßen unter Berücksichtigung des Baustellenverkehrs wahrscheinlich mindestens der Belastungsklasse Bk1,0 zuzuordnen. Eine diesbezüglich verbindliche Festlegung kann jedoch nicht durch unser Haus erfolgen und ist noch vorzunehmen.

Auf dem Erdplanum frostempfindlicher Böden wird bei Regelbauweisen nach RStO 12 ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45$ MN/m² 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 $E_{v2} \geq 80$ MN/m² bzw. $E_{v2} \geq 120$ MN/m² (bei einer Decke ohne Bindemittel) und bei Straßen je nach Bauweise $E_{v2} \geq$ 120-150 MN/m² (Belastungsklassen Bk100 - Bk1,0) bzw. $E_{v2} \geq$ 100 -120 MN/m² (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 Bodenschichten sind der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 (sehr frostempfindlich) und teilweise F 2 (mittel frostempfindlich) nach ZTV E-StB 09 zuzuordnen. Da eine genauere Abgrenzung unterschiedlich frostempfindlicher Bereiche nicht möglich ist, empfehlen wir, sämtliche Verkehrsflächen für sehr frostempfindlichen Untergrund (F 3) zu dimensionieren.

Demnach sind nach RStO 12 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 12, Abschnitt 3.2.3, Tabelle 7) errechnet werden.

Der Standort liegt in der Frosteinwirkungszone II nach Bild 6 RStO 12. Die Wasserverhältnisse sind als unkritisch[2] zu beurteilen.

Bei etwa geländegleich verlaufenden und über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen entwässerten Verkehrsflächen ist gemäß RStO 12, Abschnitt 3.2 unter Berücksichtigung der entsprechen-

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

den Zu- und Abschläge eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus von 0,60 m (Belastungsklassen Bk3,2 - Bk1,0) bzw. 0,50 m (Belastungsklasse Bk0,3) erforderlich. Bei Straßen in Einschnitts- oder Dammlage sowie in Abhängigkeit von der Ausführung der Randbereiche können sich abweichende Aufbaustärken ergeben.

Die angegebene Mindestdicke ist auf einem Untergrund mit einem Verformungsmodul von $E_{v2} \geq$ 45 MN/m² vorgesehen. Wird dieser Wert nach Verdichtung des Planums nicht erreicht (im vorliegenden Fall sehr wahrscheinlich), so sind besondere Maßnahmen vorzusehen. Hierzu gehören z.B. Maßnahmen zur Bodenverbesserung (z.B. Bindemittelzugabe oder Bodenaustausch) oder Bodenverfestigung gemäß ZTV E-StB 09 bzw. ZTV Beton-StB 07 oder eine Erhöhung der Tragschichtdicke. 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 angetroffenen Böden der Bodengruppen GU, GU* und TM liegen im Eignungsbereich für Feinkalk oder Kalkhydrat. Neben einer Kalkstabilisierung kommen auch Kalk-Zement-Gemische (z.B. Dorosol©) zur Bodenverbesserung bzw. -verfestigung in Frage. Überschlägig kann von einer Verringerung des Wassergehalts von 1-2 % bei Zugabe von 1 M-% Bindemittel ausgegangen werden. 5 - 6 M-% Bindemittelzugabe sollten nicht überschritten werden. Generell ist zu empfehlen, die erforderliche Bindemittelzugabe auf Testfeldern zu ermitteln.

Wird eine qualifizierte Bodenverbesserung nach ZTV E-StB 09 durchgeführt (Anforderung u.a. Bindemittelzugabe >3%, $E_{v2} \geq$ 70 MN/m², Dicke ≥25 cm) durchgeführt, so kann ein F 3-Boden in einen F 2-Boden überführt werden, wodurch sich die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus um 10 cm reduziert.

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. Möglicherweise reicht eine einlagige Stabilisierung (max. erreichbare Einfrästiefe ca. 0,40 m) nicht aus, um den erforderlichen Verformungsmodul auf dem Erdplanum zu erzielen. Es kann daher auch eine zweilagige Bodenverbesserung erforderlich werden.

Die Wassergehalte der oberflächennah anstehenden bindigen Böden schwanken relativ stark und liegen bei ca. 20 - 30 % (bindige Böden/Hanglehm) bzw. 10 - 20 % (schwach bindige und gemischtkörnige Böden/Hangschutt). Der optimale Wassergehalt dieser Böden kann grob mit ca. 25 % (Hanglehm) bzw. 10 - 15 % (Hangschutt) abgeschätzt werden, so dass meist eine Bindemittelzugabe erforderlich werden wird. Diese kann bis zu 5 - 6% (80-120 kg/m³) bezogen auf die Trockendichte des Bodens betragen. Im Mittel wird jedoch eine Bindemittelmenge von schätzungsweise 3-4% (50-65 kg/m³) wahrscheinlich ausreichend sein.

Wenn trockenere Böden in annähernd halbfester Konsistenz (Wassergehalt unter 20 %) bei trockener Witterung bearbeitet werden können, so ist ein ausreichender Verdichtungsgrad voraussichtlich auch ohne Bindemittelzugabe erreichbar. Allerdings kann ein ausreichender Verformungsmodul ($E_{v2} \geq 45$ MN/m²) ohne Bindemittelzugabe kaum erwartet werden. Bei Böden mit einer Konsistenz schlechter als halbfest und bei niederschlagsreicher Witterung wird eine Bindemittelzugabe jedoch ohnehin notwendig werden.

Im Bedarfsfall sind Testfelder zur Ermittlung der optimalen Bindemittelzugabemenge und Dicke der Bodenverbesserung anzulegen oder Eignungsprüfungen durchzuführen (v.a. bei Bodengruppe TA, die im Grenzbereich der Anwendbarkeit von Bodenverbesserungsmaßnahmen liegt). Im Bereich wenig geeigneter oder ungeeigneter Böden (z.B. Böden der Bodengruppe TA oder mit organischen Beimengungen) oder bei hoch anstehendem Grundwasser können auch zusätzlich die anderen genannten Verbesserungsmaßnahmen erforderlich werden. Die Bodenverbesserung ist so zu dimensionieren, dass auf dem Planum der geforderte Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45$ MN/m² erreicht wird und darauf ein Regelaufbau nach RStO 12 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 $E_{v2} \geq 45$ MN/m² erreicht wird und darauf ein Regelaufbau nach RStO 12 hergestellt werden kann.

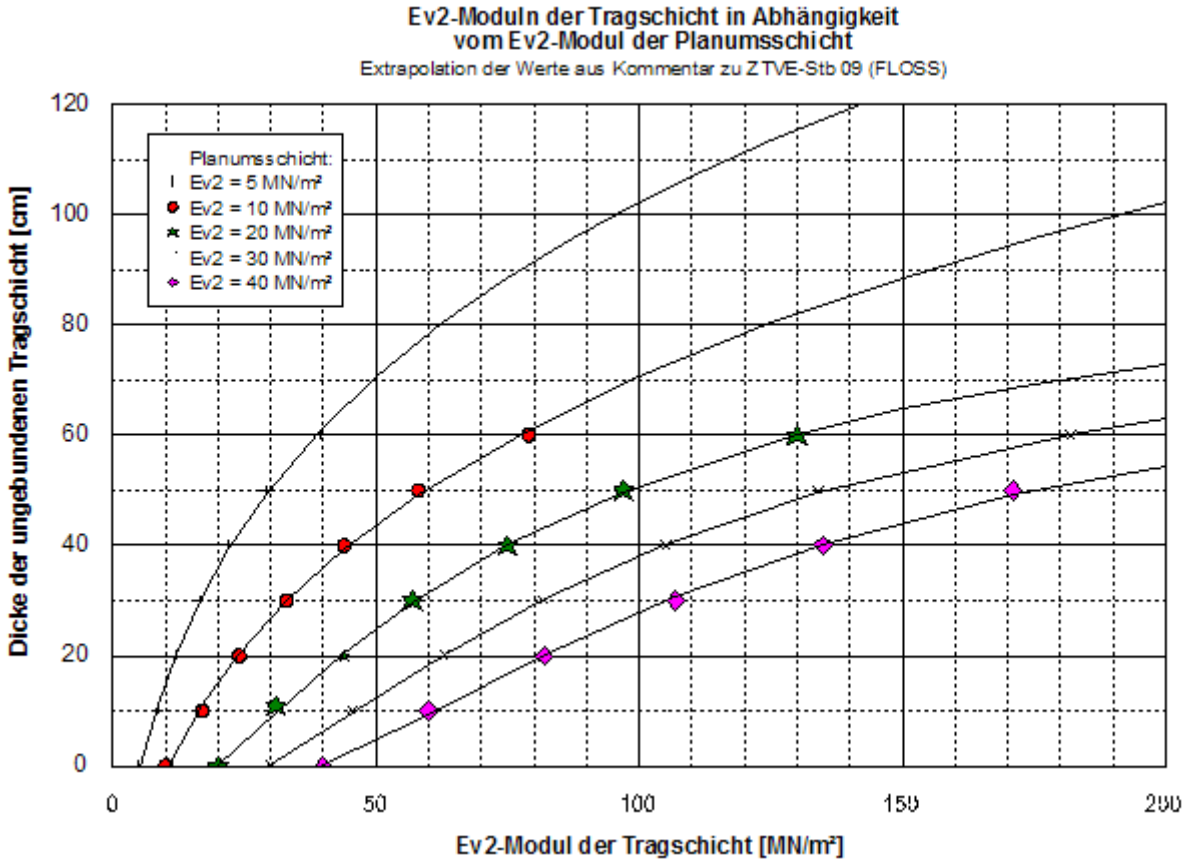
Der auf dem verdichteten Erdplanum bei guter Witterung erreichbare Verformungsmodul wird bei dem anstehenden Boden auf ca. $E_{v2} \approx$ 10-15 MN/m² (Hanglehm) bzw. 15 - 30 MN/m² (Hangschutt) geschätzt. Bei einem Bodenaustausch auf derartigem Untergrund sind materialabhängig in etwa folgende Austauschdicken absehbar, um einen Verformungsmodul von $Ev_2 \geq 45$ MN/m² auf dem Erdplanum zu erreichen:

	Hanglehm	Hangschutt
Siebschutt:	D ≈ 40 - 60 cm	30 - 45 cm (nicht oder wenig bindig)
STS FSS 0/45:	D ≈ 30 - 40 cm	20 - 30 cm
Beton-RC:	D ≈ 25 - 35 cm	15 - 25 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 ≈ 15 - 20 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:



Ohne Bodenverbesserung/Bodenaustausch lassen sich mit den obigen Annahmen zur Tragfähigkeit des Erdplanums etwa folgende Dicken der Schottertragschicht (ggf. einschl Frostschutzschicht) abschätzen, um einen den Anforderungen der RStO 12 je nach Bauweise genügenden Verformungsmodul an deren Oberkante zu erreichen:

Anforderung:	erf. Dicke der Schottertragschicht	
	Hanglehm	Hangschutt
$Ev_2 \geq 100$ MN/m²:	D ≈ 60 - 70 cm	35 - 50 cm
$Ev_2 \geq 120$ MN/m²:	D ≈ 65 - 80 cm	45 - 65 cm
$Ev_2 \geq 150$ MN/m²:	D ≈ 75 - 90 cm	55 - 75 cm

Alternativ kann bei größeren Auftragshöhen mit Bindemittel verbesserter Boden bis zur Unterkante des im Einzelfall erforderlichen frostsicheren Straßenaufbaus eingebaut werden. An dessen Oberkante ist dann ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45$ MN/m² durch Plattendruckversuche nach DIN 18 134 nachzuweisen (können ggf. durch unser Haus durchgeführt werden).

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 Haus 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 beachten[3].

Aufgrund des örtlich gering wasserdurchlässigen Untergrunds kann es in langanhaltenden Niederschlagsperioden zu geländenahen Stauwasserständen und Vernässungen kommen. Eventuell anfallendes Wasser kann den Straßenkörper gefährden und ist durch Sickeranlagen so zu fassen, dass es schadlos abgeleitet werden kann. Hierbei sind die Angaben der RAS-Ew und der ZTV E-StB 09 zu beachten. Danach kann die Frostschutzschicht neben der Frostsicherung und Lastverteilung auch die Funktion einer Planumssickerschicht bzw. Flächendränage erfüllen. Diese gilt als gewährleistet, wenn das Mineralstoffgemisch im eingebauten Zustand eine vertikale Durchlässigkeit von $k_f \geq 1 \cdot 10^{-5}$ m/s aufweist. Anfallendes Wasser ist durch ein Dränsystem abzuleiten, damit es sich nicht im Straßenkörper einstaut. Bei anbaufreien Straßen ist hierzu ab 1,0 m vom Rand der Asphaltdecke ein Gefälle von 4% nach außen auszubilden.

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

[3] 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.

von Niederschlagswasser während der Bauphase bzw. von Sickerwasser nach Fertigstellung des Oberbaus vorzusehen.

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.

Insbesondere bei für längere Zeit unmittelbar befahrenen 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 09 Abschnitt 14 sowie durch Kontrollprüfungen des Auftraggebers nachzuweisen (können ggf. durch unser Haus ausgeführt werden).

Sämtliche Böden und Baustoffgemische für Tragschichten sollen die Anforderungen der TL SoB-StB 04 erfüllen und nach TL G SoB-StB 04 güteüberwacht sein. Baustoffe aus industriell hergestellten Gesteinskörnungen und RC-Baustoffe sind zudem auf Eignung und Reinheit gemäß TL Gestein-StB 04 bzw. TL G SoB-StB 04 und UVM-Erlass zu prüfen. Weiterhin sind ggf. die Regelwerke RuA-StB 01, RuVA-StB und RiStWag zu beachten.

Bei wasserdurchlässigen Belägen und Bauweisen mit Pflasterdecken ist u.a. darauf zu achten, dass das Tragschichtmaterial dauerhaft wasserdurchlässig ($k_f \geq 2 \cdot 10^{-4}$ m/s), dauerhaft frostsicher (Korngrößenverteilung) und dauerhaft frostbeständig (Materialeigenschaften) ist. Außerdem ist der Einbau einer basalen Dränschicht zu empfehlen und es sind weitere Besonderheiten zu beachten. Im Ausführungsfall können wir bei der Planung diesbezüglicher Maßnahmen gerne beratend tätig werden.

5.4 Verdichtungskontrolle

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.

Bei Fehlen entsprechender Festlegungen in der Leistungsbeschreibung gilt automatisch die Vereinbarung der Methode M 3 nach ZTV E-StB einschließlich des Mindestumfangs der Eigenüberwachungsprüfungen nach Tabelle 8.

Bei der Durchführung der Einzelversuche sind die bisher angewandten Prüfverfahren anzuwenden, bei denen ein ausreichender Erfahrungshintergrund besteht (vorrangig Dichtebestimmungen nach DIN 18 125 und Proctorversuche nach DIN 18 127 sowie statische Plattendruckversuche nach DIN 18 134). Sollen ausnahmsweise Schnellverfahren angewendet werden, so bedürfen diese der Zustimmung des Auftraggebers.

Kontrollprüfungen durch den Auftraggeber sind ggf. je nach gewählter Prüfmethode im Umfang der Eigenüberwachungsprüfungen des Unternehmers zusätzlich durchzuführen und sollten zweckmäßigerweise zusammen mit der Eigenüberwachung erfolgen. Eigenüberwachungsprüfungen im Beisein des Auftraggebers können als Kontrollprüfungen gewertet werden.

Aus der 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.

5.5 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 unterkellerter Wohngebäude mit EFH-Niveaus etwa im Bereich der jetzigen Geländeoberfläche auszugehen. Die Baugrubentiefen können aufgrund der Hanglage je nach Festlegung der Erdgeschoßhöhe auch 5 m erreichen oder überschreiten.

5.5.1 Baugruben

Bei der Herstellung von Baugruben und Gräben sind die Vorgaben der DIN 4124 einzuhalten. Wenn das anschließende Gelände höchstens flach geneigt ist, darf bei bindigem 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 Baugruben und Gräben sind zu böschen 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	$\beta \leq 45°$
b)	steife bis halbfeste bindige Böden	$\beta \leq 60°$
c)	Fels	$\beta \leq 80°$

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 : 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 können.

Die Einschränkungen der DIN 4124 für frei geböschte Baugruben werden im vorliegenden Fall allerdings höchstens in flach geneigten Teilen des Neubaugebiets am Hangfuß zutreffen. In steilerer Hanglage, was die Regel sein wird, ist eine Einzelfallbetrachtung und ggf. eine detaillierte Standsicherheitsuntersuchung erforderlich.

Danach und nach den vorliegenden Untergrundverhältnissen können Baugrubenwände wahrscheinlich nur bis Baugrubentiefen von ca. 2,5 - 3 m und ausreichenden Platzverhältnissen in mindestens steifen Böden frei unter einem Winkel von $\beta \leq 45° - 60°$ abgeböscht werden.

Eine hangseitige Lagerung von Aushubmaterial ist unbedingt zu vermeiden.

Bei tieferen Baugruben und/oder Grundwasserandrang sowie beim Auftreten von Bodenschichten mit einer Konsistenz schlechter als steif (z.B. bei BS 19 der Fall) können besondere Anforderungen an die Baugrubengestaltung (flachere Böschung, Bermen, Verbau) erforderlich werden. Dies ist im Einzelfall durch einen geotechnischen Sachverständigen zu beurteilen.

In Baugruben kann es je nach Lage im Baugebiet und Tiefe zu Grundwasserzutritten kommen, die eventuell eine Wasserhaltung erforderlich werden lassen können. Bei nur geringen Grundwasserzutritten ist dies in Form einer offenen Wasserhaltung möglich.

Nach dem Baugrubenaushub ist während der Bauzeit eine erhöhte Gefährdung des Grundwassers gegeben, weil schützende Deckschichten abgetragen wurden und der Untergrund bzw. grundwasserführende Schichten ungeschützt frei liegen. Es muss deswegen insbesondere auch wegen der Lage des Baugebiets im Wasserschutzgebiet während der Bauzeit erhöhter Wert auf den Schutz des Grundwassers gelegt werden. Wir empfehlen daher, die Hinweise der RiStWag sinngemäß zu beachten (z.B. Abstellen, Betanken und Warten von Baugeräten nur auf befestigten Flächen außerhalb der Baugrube).

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

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 (noch festzulegenden) 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 bauzeitlichen Dränagen) wirksam unterbrechen.

5.5.2 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 sind voraussichtlich weitere Aufschlüsse erforderlich, deren Zahl, Anordnung und Tiefe auf die jeweilige Planung abzustimmen ist.

Bei der Gründung von Gebäuden ist der Lastabtrag generell in Schichten einheitlichen Tragverhaltens vorzunehmen. Geeignet hierfür sind sowohl die oberflächennah angetroffenen Bodenschichten (Hanglehm, Verwitterungston, Hangschutt) als auch der Festgesteinsuntergrund. Örtlich angetroffene weiche Schichten (z.B. bei BS 19) sind ggf. auszuräumen und durch Magerbeton zu ersetzen.

Die Gründungssohle oberflächennaher Außenfundamente muss gemäß DIN 1054 frostfrei in einer Tiefe von ≥ 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 ≥ 1,50 m für oberflächennahe Außenfundamente dringend zu empfehlen. Entsprechende Austrocknungstiefen wurden in jüngster Zeit in vergleichbaren Böden beobachtet.

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. Falls aufgrund der Hanglage die Baugrube hangseitig in festeren, besser tragfähigen Schichten als talseitig liegt, können talseitig Fundamentvertiefungen bis in die entsprechende Schicht erforderlich werden.

In einfachen Fällen (geringe Lasten bei gleichmäßiger Lastverteilung) kann der Bemessungswert des Sohlwiderstands für Streifen- und Einzelfundamente nach DIN 1054 Abschnitt 6.10 und den Tabellen A 6.6, A 6.7 sowie ggf. Bild A 6.3 ermittelt werden. Die übrigen Vorgaben und Einschränkungen der Norm sind ebenfalls zu beachten.

Bei Gründung in natürlich anstehendem, mindestens steifplastischem Boden der Bodengruppe TM kann unter den in DIN 1054 Abschnitt 6.10 genannten Einschränkungen demnach ein Bemessungswert des Sohlwiderstands von $\sigma_{R,d} \approx$ 170-250 kN/m² bzw. ein aufnehmbarer Sohldruck von $\sigma_{E,k} \approx$ 120-180 kN/m² (je nach Einbindetiefe und Fundamentbreite) für mittig belastete Streifenfundamente ab 0,50 m Breite und 0,50 m Höhe angesetzt werden. Bei Einzelfundamenten oder Gründungspfeilern mit gedrungenem Seitenverhältnis (a/b <2) und bei Kreisfundamenten ist eine Erhöhung des Bemessungswert des Sohlwiderstands / aufnehmbaren Sohldrucks um bis zu 20% zulässig.

Bei Gründung im Hangschutt betragen die entsprechende Werte $\sigma_{R,d} \approx$ 210-350 kN/m² bzw. $\sigma_{E,k} \approx$ 150-250 kN/m².

Hierbei können nach DIN 1054 Setzungen in der Größenordnung von 2 bis 4 cm auftreten. Bei wesentlicher gegenseitiger Beeinflussung benachbarter Fundamente können sich die Setzungsbeträge vergrößern und bei außermittig belasteten Fundamenten können Verkantungen auftreten. Bei ausmittiger Lage der resultierenden Beanspruchung darf nur derjenige Teil der Sohlfläche *A'* angesetzt werden, für den die Resultierende im Schwerpunkt steht[4].

Durch die bisherige Erkundung im Baugebiet, die auf die Erschließungsmaßnahmen ausgerichtet war, können für eine mögliche Gründung im Festgesteinsuntergrund nach aktuellem Kenntnisstand keine Bemessungsansätze angegeben werden. Hierfür sind weitere Erkundungsmaß-

[4] s. DIN 1054:2010-12 Abschnitt 6.10.1 A (3)

nahmen erforderlich. Insbesondere eine eventuelle Plattengründung nicht unterkellerter Gebäude ist im Hinblick auf Setzungen/Gebrauchstauglichkeit sorgfältig zu untersuchen.

Auf Grundlage einer objektbezogenen Baugrunderkundung und Gründungsberatung können auch höherer als die o.a. Bemessungsgrößen für die Gründungsdimensionierung möglich sein.

5.5.3 Entwässerung und Bauwerksabdichtung

Erdeinbindende Baukörper sind gegen Durchfeuchtung aus dem Untergrund zu schützen. Neben immer vorhandenem, kapillar gebundenem Wasser (Erdfeuchtigkeit) und der Schwerkraft folgend zur Tiefe hin fließendem Sickerwasser nach Niederschlägen (nicht stauendes Sickerwasser) 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 in versickern kann. Um eine Beanspruchung erdeinbindender Baukörper durch drückendes Wasser zu verhindern, stellt eine Dränanlage in Verbindung mit einer Abdichtung gegen Erdfeuchtigkeit und nicht stauendes Sickerwasser in derartigen Fällen 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 niemals ersetzen, sondern müssen stets in Verbindung mit Abdichtungen nach DIN 18 195 geplant und ausgeführt werden.

Falls eine Dränanlage nach DIN 4095 nicht möglich oder zulässig ist, sind erdeinbindende Bauteile bei gering wasserdurchlässigem Untergrund und Gründungstiefen bis zu 3 m mindestens gegen aufstauendes Sickerwasser abzudichten.

Bei Gründungstiefen >3 m oder wenn Grundwasser oberhalb der Baugrubensohle ansteht bzw. der Bemessungswasserstand oberhalb der Baugrubensohle liegt, ist eine Abdichtung erdeinbindender Baukörper gegen drückendes Wasser erforderlich, da eine Ableitung von Grundwasser durch Dränanlagen aus wasserwirtschaftlichen und wasserrechtlichen Gründen nicht zulässig und genehmigungsfähig ist.

Der tatsächlich anzusetzende Lastfall für die Bauwerksabdichtung kann nicht für das Baugebiet allgemein angegeben werden, da zum einen die Grundwasserverhältnisse im Rahmen der

Baugrunduntersuchung für die Erschließung für diese Fragestellung nicht ausreichend erkundet werden konnten und zum anderen mit im Neubaugebiet variierenden Grundwasserverhältnissen zu rechnen ist, die zumindest örtlich eine druckwasserdichte Ausbildung erdeinbindender Bauteile erforderlich machen können.

5.5.4 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.

5.6 Verwertung/Entsorgung von Aushubmaterial

Gemäß Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) ist der stofflichen Verwertung von Aushubmaterial gegenüber einer Ablagerung auf einer Deponie der Vorzug zu geben. Zur Bewertung der Verwertbarkeit wird die Verwaltungsvorschrift „Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial" („VwV") herangezogen. Nach dieser werden in Abhängigkeit von den Schadstoffkonzentrationen Zuordnungswerte von Z 0 (unbelastet) bis Z 2 vergeben. Derartig klassifiziertes Material kann einer stofflichen Verwertung zugeführt werden.

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

Die Beurteilung des Untergrunds im Hinblick auf mögliche Verunreinigungen war nicht Gegenstand unseres Erkundungsauftrags. Bei der Baugrunderkundung konnten organoleptisch jedoch keine Auffälligkeiten festgestellt werden, die einen konkreten Verdacht auf eventuelle Verunreinigungen des Untergrunds begründen würden.

Es ist dennoch nicht auszuschließen, dass örtlich Schadstoffe auftreten können (z.B. erhöhte Schwermetallkonzentrationen, die auch geogen bedingt, d.h. bei der Gesteinsbildung auf natürlichem Weg entstanden sein können).

Aushubmaterial von natürlichem Boden und aufgefülltem Boden ist ggf. zu separieren und getrennt zu lagern und abzufahren, da bei einer Vermischung Mehrkosten bei der Verwertung/Beseitigung entstehen können.

Oberboden ist ebenfalls 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 zu vermeiden.

Je nach Höhe eventueller (auch geogener) Schadstoffgehalte ist Aushubmaterial möglicherweise als belastet im Sinne der VwV bzw. des UVM-Erlasses einzustufen. Es ist nicht auszuschließen, dass entsprechende Grenzwerte (Zuordnungswert Z 0) überschritten werden und eine uneingeschränkte Verwertung von Aushubmaterial nicht in jedem Fall möglich ist.

Die Verwertungsmöglichkeiten von Aushubmaterial >Z 0 im Großraum Stuttgart sind nach unserer Kenntnis derzeit sehr eingeschränkt und es ist meist eine Ablagerung auf Deponien erforderlich. Um diesbezüglich Kostensicherheit zu erhalten, empfehlen wir, bei der Ausschreibung der Erdarbeiten Positionen zur Verwertung von Aushubmaterial der Zuordnungsklassen Z 1.1, Z 1.2 und Z 2 sowie von Bauschutt und die Verbringung auf Deponien der Deponieklassen DK 0 bis DK II vorzusehen.

Für weitergehende Untersuchungen und Beurteilungen sind ggf. Altlastuntersuchungen durchzuführen.

Wir weisen darauf hin, dass die Beprobung und Klärung des Entsorgungswegs zeitaufwendig ist und mehrfache Nachbeprobungen und Nachuntersuchungen erforderlich machen kann. Um einen möglichst reibungslosen Bauablauf zu gewährleisten sind daher ausreichend Zwischenlagerkapazitäten vorzusehen.

5.7 Versickerung von Oberflächen-, Dachflächen- und Dränagewasser

Die Bemessung und Herstellung von Versickerungsanlagen ist im DWA-Arbeitsblatt A 138 beschrieben. Zur Versickerung anfallenden Oberflächen-, Dachflächen- und Dränagewassers stehen demnach prinzipiell folgende Möglichkeiten sowie deren Kombinationen zur Verfügung:

- Flächenversickerung

- Muldenversickerung
- Rigolen- und Rohrversickerung
- Schachtversickerung

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 Grundwasserstand[5] von ≥1,0 m einzuhalten, um eine ausreichende Sickerstrecke zur biologischen und physikalisch-chemischen Reinigung des Sickerwassers zu gewährleisten.

Die angetroffenen Bodenschichten sind nach DIN 18 130 wie folgt einzustufen[6]:

Bodenart	**Bodengruppe (DIN 18 196)**	**k_f [m/s]**	**Durchlässigkeits-bereich**
Hanglehm, Verwitterungston, Auelehm	TM, TA	$< 10^{-8}$	sehr schwach durchlässig
Hangschutt, gemischtkörnig Ton-/Kalkstein, schwach klüftig	GU*, GT* Z	10^{-8} - 10^{-6}	schwach durchlässig
Hangschutt, schwach bindig Ton-/Kalkstein, klüftig	GU Z	10^{-6} - 10^{-4}	durchlässig
		10^{-4} - 10^{-2}	stark durchlässig
		$> 10^{-2}$	sehr stark durchlässig

Die im Untersuchungsgebiet oberflächennah angetroffenen Bodenschichten eignen sich aufgrund ihres geringen Durchlässigkeitsbeiwerts nicht zur Wiederversickerung von nach Niederschlägen anfallendem Oberflächen-, Dachflächen- und Dränagewasser. Eine planmäßige oberflächennahe Versickerung im Sinne des DWA-Arbeitsblatts A 138 ist daher nicht sinnvoll und wirtschaftlich durchzuführen.

In schwach bindigem Hangschutt oder klüftigem Festgestein könnte eine ausreichende Durchlässigkeit vorliegen. Allerdings ist in weiten Teilen des Baugebiets damit zu rechnen, dass diese grundwasserführend sind und eine Versickerung daher nicht zulässig ist, da der Mindestabstand zwischen der Sohle der Versickerungseinrichtung und dem Grundwasser nicht eingehalten werden kann.

[5]= 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.

[6]Die Einstufung beruht auf der petrographischen Ansprache bzw. Zusammensetzung der anstehenden Bodenschichten.

Falls eine Versickerung konkret geplant ist, sind in jedem Fall weitere Untersuchungen erforderlich (Bestimmung der Tiefenlage des Grundwasserstands und der tatsächlichen Wasserdurchlässigkeit am Standort einer geplanten Versickerungsanlage).

Im Hinblick auf eine eventuelle Versickerung von Dränagewasser sind ebenfalls die Grundwasserverhältnisse zu beachten. Falls eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit vorliegt, könnte eventuell eine Grundwasserumleitung in Form einer hangseitigen Fassung des zufließenden Grundwassers durch eine Dränage und eine talseitige Wiederversickerung möglich sein. Eine derartige Vorgehensweise erfordert jedoch eine sorgfältige Erkundung der Untergrund- und Grundwasserverhältnisse im jeweiligen Baufeld und ist unter wasserrechtlichen Aspekten anzeige- und genehmigungspflichtig.

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 Straßenwasser, wo Belastungen nicht ausgeschlossen werden können. In Wasserschutzgebieten können weiterreichende Beschränkungen auferlegt werden.

5.8 Wasserrechtlicher Hinweis

Wir empfehlen, wasserrechtlich relevante Maßnahmen wie Regenwasserbewirtschaftung, Erdwärmenutzung (in Wasserschutzgebieten generell problematisch), 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 (▵ Bemessungswasserstand) erfolgt, ist dies ein wasserrechtlicher Tatbestand gemäß §49 WHG (Wasserhaushaltsgesetz der Bundesrepublik Deutschland), der anzeige- und genehmigungspflichtig ist. Dies wird für die Erschließungsarbeiten und mindestens örtlich im Neubaugebiet auch bei der späteren Bebauung der Fall sein.

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 (Umweltschutzamt) 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

5.9 Weitere Hinweise zur Erschließung und Bauausführung

Um den Eintrag von Oberflächenwasser in das möglichst zu vermeiden, empfehlen wir, hangseitig des Baugebiets einen Entwässerungsgraben oder Schutzdamm anzulegen.

Da das Gelände geneigt ist, können je nach Festlegung der Erdgeschoßhöhen talseitig Geländeanschüttungen erforderlich oder erwünscht sein.

Anschüttungen sind lagenweise vorzunehmen und optimal zu verdichten. Die Mächtigkeit der einzelnen Lagen sollte 40 cm nicht überschreiten. Um ein flächiges Abrutschen von Anschüttungen zu verhindern, sind Erdhaken anzulegen, d.h. das Erdplanum ist vor der Anschüttung stufenförmig abgetreppt anzulegen.

Die Wahl des Schüttmaterials richtet sich nach der späteren Nutzung. Wir empfehlen, als Schüttung entweder körniges Material (Schotter oder Betonrecycling mit Zulassung nach TL Gestein-StB 04 bzw. TL G SoB-StB 04 und UVM-Erlass) oder verbesserten (durch Bindemittelzugabe) bindigen Boden einzubauen.

Um die erforderlichen E_{v2}-Werte auf dem Erdplanum, Planum (Oberkante Auffüllung) und an der Oberkante der Tragschicht zu erreichen, ist bei den Erdarbeiten sorgfältig vorzugehen. Die Arbeiten sollten durch Verdichtungsprüfungen mittels Plattendruckversuchen nach DIN 18 134 kontrolliert werden (können ggf. durch unser Haus durchgeführt werden).

Die erreichbaren Qualitäten (Verdichtungsgrad) bei Auffüllarbeiten sind bei bindigen Böden stark vom Wassergehalt des verwendeten Bodenmaterials und somit von der herrschenden Wetterlage abhängig. Vor angekündigten Niederschlägen ist es ratsam, die Lagen mit Folien abzudecken, um ein Aufweichen des Planums zu vermeiden und so einen zügigen Baufortschritt zu ermöglichen. Wiedereinbau auf aufgeweichtem Untergrund ist nicht zulässig.

Anschüttungen im Außenbereich (Garten) sind bei größerer Höhe ggf. durch Stützbauwerke zu sichern. Es ist hierbei die innere und äußere Sicherheit durch Grund- und Böschungsbruchberechnungen nachzuweisen.

6 Ergänzende Untersuchungen

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass Grundwasser oberhalb der Graben- bzw. Aushubsohlen ansteht. Je nach Witterung und Jahreszeit schwankt der Grundwasserstand. Die Schwankungsbreite des Grundwasserstands konnte durch die bisherigen Stichtagsmessungen des Grundwasserstands nicht festgestellt, sondern lediglich geschätzt werden.

Im Hinblick auf die Bautätigkeit sind Grundwasserhöchststände maßgeblich, die Einfluss auf den zu erwartenden Grundwasserandrang in Gräben und Baugruben und vor allem auf die Auftriebsbemessung der Bauwerke haben.

Für die Grundwasserstandsmessungen wurden Grundwassermessstellen eingerichtet, in denen ggf. weitere Messungen durchgeführt werden können. Wenn diese in Form von Stichtagsmessungen erfolgen, ist nicht sichergestellt, ob Grundwasserhöchststände erfasst werden. Diese treten oft nur kurzfristig über Stunden oder wenige Tage und nicht zwangsläufig am Tag von Stichtagsmessungen auf. Alternativ wäre der Einbau von automatisch aufzeichnenden Drucksonden-Datenlogger-Einheiten möglich, die eine höhere Prognosesicherheit zulassen.

In beiden Fällen können aussagekräftige Ergebnisse nur mit längerfristigen Messungen erwartet werden. Im Hinblick auf die Prognose von Grundwasserhöchstständen sind außerdem Messungen außerhalb der Vegetationsperiode i.d.R. aussagekräftiger als während der Vegetationsperiode. Weitere Messungen sollten daher ggf. möglichst kurzfristig begonnen werden.

Für die Erschließungsarbeiten ist in jedem Fall die Durchführung eines Wasserrechtsverfahrens erforderlich. Es ist absehbar, dass die Entnahme und Untersuchung einer Grundwasserprobe jeweils zu Beginn und am Ende einer bauzeitlichen Wasserhaltung Auflage der wasserrechtlichen Erlaubnis werden wird.

Aus den vorhandenen Grundwassermessstellen könnten auch bereits vor Beginn der Baumaßnahme Grundwasserproben entnommen und analysiert werden, was die Entnahme einer Grundwasserprobe zu Beginn der Baumaßnahme vorwegnehmen und einen jederzeitigen Bau- bzw. Absenkbeginn ohne weitere Probenahme erlauben würde.

Untersuchungen zu einer eventuellen Betonaggressivität des Grundwasser liegen ebenfalls nicht vor, sind jedoch, ebenso wie die o.g. Grundwasseruntersuchungen im Angebot für die Baugrunderkundung als Eventualpositionen enthalten. Die Betonaggressivität des Grundwasser

könnte ggf. zusammen mit der Untersuchung im Hinblick auf das Wasserrechtsverfahren erfolgen, so dass nur eine Anfahrt und Probenahme erforderlich wäre.

Falls bei der späteren Bebauung eine Versickerung von Dränage- oder Niederschlagswasser konkret geplant wird, sind weitere Untersuchungen erforderlich (Bestimmung der Tiefenlage des Grundwasserstands und der tatsächlichen Wasserdurchlässigkeit am Standort einer geplanten Versickerungsanlage).

7 Zusammenfassung und Schlussbemerkungen

Die Gemeinde Deggingen beabsichtigt die Erschließung des Neubaugebiets „Birkhof". Das Bauvorhaben ist in die Geotechnische Kategorie GK 2 einzustufen. Um Aussagen über die Beschaffenheit des Baugrundes und die Grundwasserverhältnisse zu erhalten, wurde unser Haus mit der Baugrunderkundung und der Erstellung eines geotechnischen Berichts beauftragt.

Hierzu wurden 10 Kleinbohrungen abgeteuft, bodenmechanische und chemische Laboruntersuchungen durchgeführt sowie die eingangs genannten Unterlagen ausgewertet.

Das Neubaugebiet liegt in der Erdbebenzone 0 und in der Zone III des Wasserschutzgebiets der Grundwasserfassung „Pulvermühle" der Gemeinde Deggingen.

Den Erkundungsergebnissen zufolge besteht der Untergrund unter einer sehr dünnen Oberbodendecke aus Hangschutt, Hanglehm und Verwitterungston. Ab rund 3 - 4 m Tiefe steht teilweise der Festgesteinsuntergrund des Braunen Jura an, der allerdings in Teilen des Baugebiets auch bis in gut 4 m Tiefe noch nicht erreicht wurde.

Grundwasser wurde an den meisten Aufschlusspunkten angetroffen. Die bis jetzt gemessenen Grundwasserstände liegen in rund 2 - 4 m Tiefe. Eine Beurteilung der jahreszeitlich und witterungsbedingten Schwankungen im Hinblick auf die Festlegung eines Bemessungswasserstands ist nach aktuellem Kenntnisstand nicht möglich.

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

Beim Kanal- und Leitungsbau kann in weiten Teilen des Neubaugebiets mittelschwer lösbarer Baugrund mit mittlerer Tragfähigkeit (Grabensohle) und Standfestigkeit (Grabenwände) gerechnet werden. Örtlich kann allerdings auch der Festgesteinsuntergrund erreicht werden und bei Grundwasserzutritten im Graben ist die Standfestigkeit der Grabenwände u.U. deutlich eingeschränkt.

Das anfallende Aushubmaterial ist als Hauptverfüllung der Gräben nur bedingt (eventuell nach Bodenverbesserung/Bindemittelbehandlung) geeignet.

Um eine dauerhafte Ableitung von Grundwasser entlang der wasserdurchlässigen Leitungszone zu verhindern, sind Grundwassersperren in den Gräben einzubauen.

Verkehrsflächen sind für sehr frostempfindlichen Baugrund zu bemessen. Eine für Standardbauweisen ausreichende Tragfähigkeit des Erdplanums kann voraussichtlich nicht erwartet werden, so dass die Erfordernis besonderer Maßnahmen (Bodenverbesserung, Bodenaustausch, Erhöhung der Tragschichtdicke) absehbar ist.

Bei der Bebauung können Baugrubenwände wahrscheinlich nur bis zu einer Tiefe von ca. 2,5 - 3 m frei unter einem Winkel von 45° bis 60° geböscht werden. Eine hangseitige Lagerung von Aushubmaterial ist unbedingt zu vermeiden.

Für die Bebauung können nur allgemeine Hinweise zur Gründung gegeben werden. Diese können eine objektspezifische Gründungsberatung nicht ersetzen.

Die angetroffenen Bodenschichten sind für Gründungszwecke größtenteils geeignet. Der Abtrag von Gebäudelasten kann voraussichtlich in Form einer konventionellen Flach- bzw. Flächengründung erfolgen. Aufgrund der Hanglage können besondere Maßnahmen (z.B. talseitige Fundamentvertiefungen zum Erreichen ausreichend tragfähiger Schichten) erforderlich werden.

Im Hinblick auf die Entwässerung und Bauwerksabdichtung können nach gegenwärtigem Kenntnisstand keine abschließenden Angaben gemacht werden, da die Grundwasserverhältnisse im Rahmen der Erschließungserkundung für eine derartige Beurteilung nicht in ausreichendem Umfang erkundet werden konnte.

Eine Versickerung von Niederschlagswasser ist in den gering wasserdurchlässigen oberflächennahen Schichten nicht möglich und in tieferen, jedoch mindestens teilweise grundwasserführenden Schichten nicht zulässig.

Die die Baumaßnahmen (Erschließung und Bebauung) mindestens örtlich bis ins Grundwasser bzw. bis in den Grundwasserschwankungsbereich reichen, ist 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 „Birkhof" 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 von Aushub- sowie Gründungsarbeiten 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 Baumaßnahme unvorhergesehene Schwierigkeiten oder Unklarheiten hinsichtlich der Angaben im Geotechnischen Bericht auftreten, so ist der Gutachter ebenfalls unverzüglich zu benachrichtigen.

Die Angabe der zu erwartenden Homogenbereiche und Bodenklassen (Abschnitt 4.4) und die in den Schnitten (Anlage 2) 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 Gutachtens gemäß Verordnung des Innenministeriums über die Überwachung von Erdaufschlüssen i. V. mit §43 Wassergesetz entsprechend den Auflagen des wasserrechtlichen Bescheids vom 03.11.2015 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

Straßenbau:

RStO 12: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen. - Ausgabe 2012, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Fahrzeug und Fahrbahn, Köln.

ZTV A-StB 12: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen. - Ausgabe 2012. Forschungsgesellschaft für Straßen - und Verkehrswesen Kommission kommunaler Straßenbau, Köln.

ZTV E-StB 09: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau. Ausgabe 2009. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau. Köln.

Floss Kommentar ZTV E-StB: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, ZTV E-StB 09, Kommentar und Leitlinien mit Kompendium Erd- und Felsbau. 4. Auflage, 723 S.; Bonn (Kirschbaum).

ZTV SoB-StB 04: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau. - Ausgabe 2004/Fassung 2007. Forschungsgesellschaft für Straßen - und Verkehrswesen Arbeitsgruppe Mineralstoffe im Straßenbau, Köln.

ZTV T-StB 95: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Tragschichten im Straßenbau. - Ausgabe 1995, Fassung 2002, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 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, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Betonbauweisen, Köln.

ETV-StB-BW: Ergänzungen zu den Technischen Vertragsbedingungen im Straßenbau - Baden-Württemberg, Teil 1, Ausgabe 2010. Innenministerium Baden-Württemberg.

TL Gestein-StB 04: Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau. - Ausgabe 2004. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Mineralstoffe im Straßenbau, 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. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Mineralstoffe im Straßenbau, Köln.

TL Geok E-StB 05: Technische Lieferbedingungen für Geokunststoffe im Erdbau des Straßenbaus. - Ausgabe 2005. Forschungsgesellschaft für Straßen - und Verkehrswesen Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau. Köln.

RiStWag: Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten. Ausgabe 2002. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Köln.

RuA-StB 01: Richtlinien für die umweltverträgliche Anwendung von industriellen Nebenprodukten und Recycling-Baustoffen im Straßenbau. - Ausgabe 2001. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Mineralstoffe im Straßenbau, Köln.

RuVA-StB 01: Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau mit den Erläuterungen zu den Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung. - Ausgabe 2001/Fassung 2005. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Asphaltstraßen, Köln.

RAS-Ew: Richtlinien für die Anlage von Straßen - Teil: Entwässerung. - Ausgabe 2005. Forschungsgesellschaft für Straßen - und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau. Köln.

RAS-Q: Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Querschnitte (RAS-Q).- Ausgabe 1996, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln.

RAS-LG3: Richtlinien für die Anlage von Straßen, Abschnitt 3:- Landschaftsgestaltung, Lebendverbau. - Ausgabe 1983, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln.

MW: Merkblatt für versickerungsfähige Verkehrsflächen, Ausgabe 2013. Forschungsgesellschaft für Straßen - und Verkehrswesen, Kommission kommunale Straßen. Köln.

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.

DepV: Deponieverordnung vom 27. April 2009 (BGBl. I S. 900), zuletzt geändert durch Artikel 5 Absatz 28 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212).

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 10.12.2013.

KrWG: Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWG) vom 24.02.2012, zuletzt geändert am 22.05.2013 und berichtigt am 07.10.2013.

Handlungshilfe:	Handlungshilfe für Entscheidungen über die Ablagerbarkeit von Abfällen mit organischen Schadstoffen, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Stand Mai 2012 (Handlungshilfe organische Schadstoffe auf Deponien).
BBodSchV:	BBodSchV: Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), zuletzt geändert durch Artikel 5 Absatz 31 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212).
Spiegeleinträge:	Zuordnung von Abfällen zu Abfallarten aus Spiegeleinträgen. Vorläufige Vollzugshinweise des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg auf der Grundlage des Entwurfs einer Handlungshilfe des Abfalltechnikausschusses der LAGA. Reihe Abfall, Heft 69, 28.10.2002, aktualisiert Februar 2006.

Normen (jeweils gültig in der aktuellsten Fassung):

DIN 1054:	Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1.
DIN 1055-2:	Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 2: Bodenkenngrößen.
DIN 4019:	Baugrund - Setzungsberechnungen.
DIN 4020:	Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2.
DIN 4095:	Baugrund; Dränung zum Schutz baulicher Anlagen; Planung, Bemessung und Ausführung.
DIN 4123:	Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude.
DIN 4124:	Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten.
DIN 4149:	zurückgezogen. Dokument wurde ersetzt durch: DIN EN 1998-1:2010-12 DIN EN 1998-1/NA:2010-08 DIN EN 1998-1/NA:2011-01 DIN EN 1998-5:2010-12 DIN EN 1998-5/NA:2011-07.
DIN 4030:	Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase - Teil 1: Grundlagen und Grenzwerte.
DIN 4084:	Baugrund - Geländebruchberechnungen
DIN 14 199:	Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Mikropfähle; Deutsche Fassung EN 14199:2015.
DIN 18 122:	Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen) - Teil 1: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze. - Teil 2: Bestimmung der Schrumpfgrenze.
DIN 18 125-2:	Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Dichte des Bodens - Teil 2: Feldversuche.
DIN 18 127:	Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Proctorversuch.
DIN 18 128:	Baugrund - Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung des Glühverlustes
DIN 18 130:	Baugrund - Untersuchung von Bodenproben; Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts - Teil 1: Laborversuche. - Teil 2: Feldversuche.
DIN 18 134:	Baugrund - Versuche und Versuchsgeräte - Plattendruckversuch.
DIN 18 136:	Baugrund - Untersuchung von Bodenproben - Einaxialer Druckversuch
DIN 18 195-1:	Bauwerksabdichtungen - Teil 1: Grundsätze, Definitionen, Zuordnung der Abdichtungsarten.
DIN 18 196:	Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke.
DIN 18 300:	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Erdarbeiten.
DIN 18 301:	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Bohrarbeiten.
DIN 18 319:	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Rohrvortriebsarbeiten.
DIN 18 915:	Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Bodenarbeiten.
DIN 18 916:	Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Pflanzen und Pflanzarbeiten.
DIN 18 917:	Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Rasen und Saatarbeiten
DIN 18 918:	Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Ingenieurbiologische Sicherungsbauweisen - Sicherungen durch Ansaaten, Bepflanzungen, Bauweisen mit lebenden und nicht lebenden Stoffen und Bauteilen, kombinierte Bauweisen.
DIN 18 919:	Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Entwicklungs- und Unterhaltungspflege von Grünflächen
DIN EN 1536:	Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Bohrpfähle; Deutsche Fassung EN 1536:2010+A1:2015
DIN EN 1537:	Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Verpressanker; Deutsche Fassung EN 1537:2013
DIN EN 1610:	Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen; Deutsche Fassung EN 1610:2015
DIN EN 1997:	Eurocode 7 - Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - 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 - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten; Deutsche Fassung EN 1998-1:2004 + AC:2009 + A1:2013. - Teil 2: Brücken; Deutsche Fassung EN 1998-2:2005 + A1:2009 + A2:2011 + AC:2010. + 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 14688-1:2002 + Amd 1:2013); Deutsche Fassung EN ISO 14688-1:2002 + A1:2013.
- Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierungen (ISO 14688-2:2004 + Amd 1:2013); Deutsche Fassung EN ISO 14688-2:2004 + A1:2013.

DIN EN ISO 14 689: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels - Teil 1: Benennung und Beschreibung (ISO 14689-1:2003); Deutsche Fassung EN ISO 14689-1:2003.

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 (Normentwurf): Bestimmung der Korndichte (ISO/DIS 17892-3:2014); Deutsche Fassung prEN ISO 17892-3:2014.
- Teil 4 (Normentwurf): Bestimmung der Korngrößenverteilung (ISO/DIS 17892-4:2014); Deutsche Fassung prEN ISO 17892-4:2014.
- Teil 5 (Normentwurf): Oedometerversuch mit stufenweiser Belastung (ISO/DIS 17892-5:2014); Deutsche Fassung prEN ISO 17892-5:2014.
- Teil 6 (Normentwurf): Fallkegelversuch (ISO/DIS 17892-6:2014); Deutsche Fassung prEN ISO 17892-6:2014.

DIN ISO/TS 17 892: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben
- Teil 7 (Vornorm): Einaxialer Druckversuch an feinkörnigen Böden (ISO/TS 17892-7:2004); Deutsche Fassung CEN ISO/TS 17892-7:2004.
- Teil 8 (Vornorm): Unkonsolidierter undränierter Triaxialversuch (ISO/TS 17892-8:2004); Deutsche Fassung CEN ISO/TS 17892-8:2004.
- Teil 9 (Vornorm): Konsolidierte triaxiale Kompressionsversuche an wassergesättigten Böden (ISO/TS 17892-9:2004); Deutsche Fassung CEN ISO/TS 17892-9:2004.
- Teil 10 (Vornorm): Direkte Scherversuche (ISO/TS 17892-10:2004); Deutsche Fassung CEN ISO/TS 17892-10:2004.
- Teil 11 (Vornorm): Bestimmung der Durchlässigkeit mit konstanter und fallender Druckhöhe (ISO/TS 17892-11:2004); Deutsche Fassung CEN ISO/TS 17892-11:2004.
- Teil 12 (Vornorm): Bestimmung der Zustandsgrenzen (ISO/TS 17892-12:2004); Deutsche Fassung CEN ISO/TS 17892-12:2004.

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); Deutsche Fassung EN ISO 22476-3:2005 + A1:2011.
- Teil 9: Flügelscherversuch (ISO/DIS 22476-9:2014); Deutsche Fassung prEN ISO 22476-9:2014

Weitere Unterlagen:

EA-Pfähle: Empfehlungen des Arbeitskreises "Pfähle" : EA-Pfähle / hrsg. von der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V., 2., erg. und erw. Auflage. Berlin : Ernst & Sohn, 2012.

Lohmeyer, G., Ebeling, K. (2008): Betonböden für Produktions- und Lagerhallen. Planung, Bemessung, Ausführung. 2. überarb. Aufl., Düsseldorf: Verlag Bau+Technik GmbH, 2008.

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)" (2003-11) und Berichtigung zur WU-Richtlinie (2006-03). Deutscher Ausschuss für Stahlbeton im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

DVGW-Arbeitsblatt GW 9: Beurteilung von Böden hinsichtlich ihres Korrosionsverhaltens auf erdverlegte Rohrleitungen und Behälter aus unlegierten oder niedriglegierten Eisenwerkstoffen. - Technische Regel Arbeitsblatt GW 9. Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Eschborn, März 1986.

DGEG: Empfehlungen für den Bau und die Sicherung von Böschungen. Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau. Die Bautechnik 39 (12): 404, 1962

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

Projekt	Deggingen Erschließung Neubaugebiet „Birkhof“
Anlage	1.1

Darstellung

Übersichtslageplan

Ausschnitt aus der TK 25 Blatt 7324+7424 Geislingen an der Steige-West und Deggingen

Maßstab	1 : 25 000
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid
Gezeichnet	ts
Proj.-Nr.	2-15-169
Datei	2-15-169-02anl1.cdr
Datum	22.02.2016

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

Legende

BS 1 — Kleinrammbohrung
mit Grundwassermeßstelle NW 35mm (1¼")

BK 1 — Kernbohrung
mit Grundwassermeßstelle NW 50 mm (2")

A ▲ . ▲ A Geologischer Schnitt

BS 23 BS 22 BS 24 BS 21 BS 18 BS 25 BS 19 BS 16 BS 20 BK 1 BS 17 BS 12

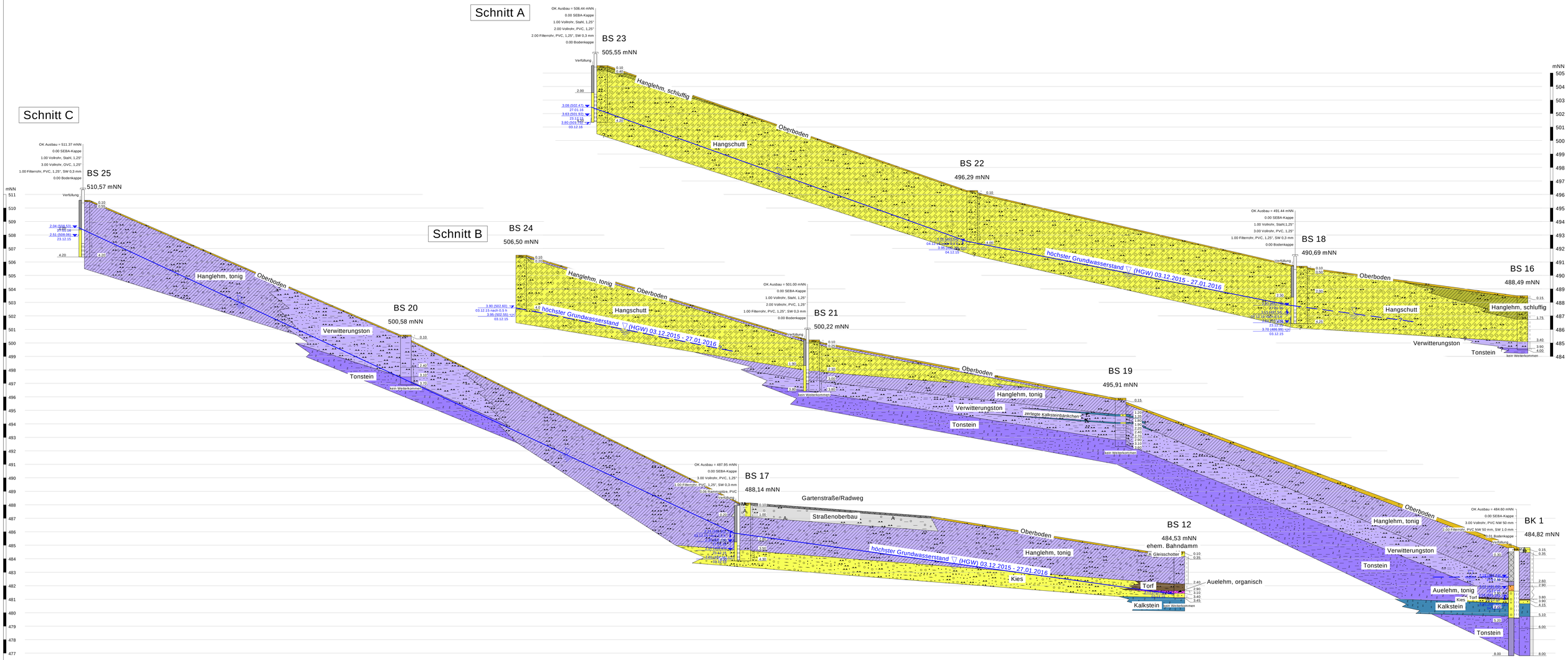
A A B B C C D D

NORD

Gesslinger Straße

Projekt	Deggingen Erschließung Neubaugebiet „Birkhof"
Anlage	1.2
Darstellung	**Lageplan** **mit Aufschlusspunkten und Lage der Geologischen Schnitte**
Maßstab	1 : 1 000
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid
Gezeichnet	ts
Proj.-Nr.	2-15-169
Datei	2-15-169-02anl1.cdr
Datum	22.02.2016

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



? : Schichtgrenzenverlauf nicht bekannt, Darstellung schematisch

Projekt	Deggingen Neubaugebiet "Birkhof"	Anlage 2
Darstellung	**Geologische Schnitte** 2,5fach überhöht	
Maßstab	1 : 250/100	
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid	
Gezeichnet	ts	
Proj.-Nr.	2-15-169	
Datei	2-15-169-02.anl2.bop	
Datum	22.02.2016	

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

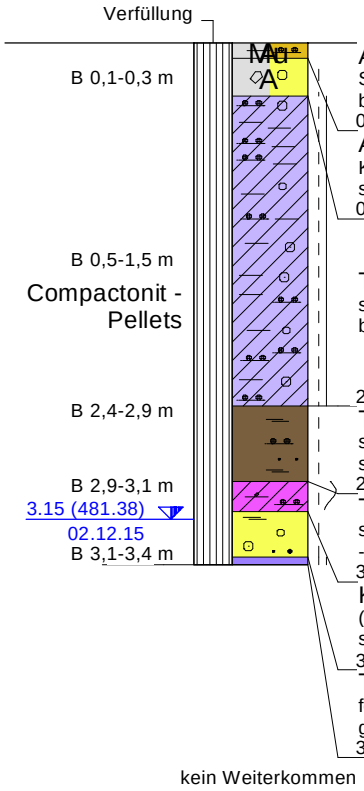
Aufschlussart	Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1)	Nutzung	ehem. Bahndamm	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	60/50 mm	Versiegelung	nein	rechts	3553801.821
Methode	Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät	Reliefformtyp	Tal	hoch	5385170.593
Zeitraum	02.12.2015	Neigung	N 2	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	M. Marx				

Probenart:
B = Boden
Bl = Bodenluft
W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
Homogenbereiche nach DIN 18 300:2015-08

BS 12

484,53 mNN



Auffüllung, Oberboden
Schluff, schwach tonig, schwach kiesig, schwach sandig, durchwurzelt, braun, dunkelbraun, steif — [OU] Bkl 1 HB-A

0.10

Auffüllung, Gleisschotter
Kies (kantig), schluffig, tonig, schwach sandig, schwach durchwurzelt, steinig, mit Blöcken, dunkelbraun, steif — [GU*] Bkl 4

0.35

Ton
schluffig, lagenweise, kiesig (kantengerundet), schwach durchwurzelt, braun, graubraun, steif - halbfest, Hanglehm, Quartär — TM Bkl 4 HB-B

2.40

Torf
schluffig, feinsandig, sehr stark zersetzt, dunkelbraun, schwarzbraun, steif, Quartär — HZ Bkl 3 HB-B

2.90

Ton
schluffig, organisch, torfig, pflanzliche Reste, dunkelgrau, steif - weich, Auelehm, Quartär — OT Bkl 5 HB-B

3.10

Kies
(gerundet), sandig, schwach schluffig, torfig, pflanzliche Reste, schwarz, hellgrau, steif, Talablagerungen, Quartär — GU Bkl 3 HB-B

3.40

Tonstein, verwittert
feingeschichtet, dunkelgrau, fest, Wedelsandstein-Formation (Braunjura gamma) — Bkl 6 HB-C

3.45

kein Weiterkommen

Projekt	Deggingen Neubaugebiet "Birkhof"	Anlage	3.1
Darstellung	Schichtenprofil und Schichten-beschreibung BS 12		
Maßstab	1 : 50		
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid		
Gezeichnet	Chr. Scheck		
Proj.-Nr.	2-15-169		
Datei	2-15-169-02.anl3.1.bop		
Datum	11.12.2015		

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

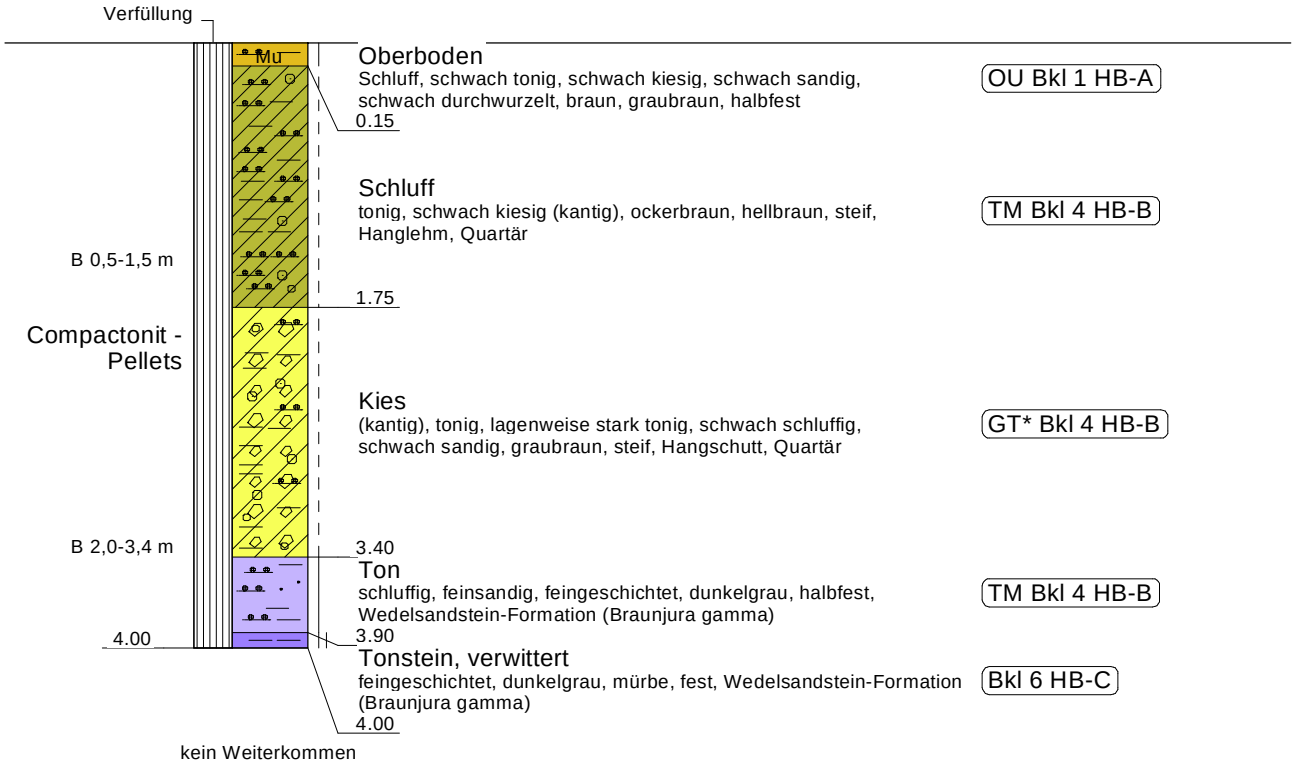
Aufschlussart	Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1)	Nutzung	Wiese	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	60/50 mm	Versiegelung	nein	rechts	3553830.549
Methode	Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät	Reliefformtyp	Hang	hoch	5385238.878
Zeitraum	02.12.2015	Neigung	N 3	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	M. Marx				

Probenart:
B = Boden
Bl = Bodenluft
W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
Homogenbereiche nach DIN 18 300:2015-08

BS 16

488,49 mNN



Oberboden
Schluff, schwach tonig, schwach kiesig, schwach sandig, schwach durchwurzelt, braun, graubraun, halbfest
0.15 — OU Bkl 1 HB-A

Schluff
tonig, schwach kiesig (kantig), ockerbraun, hellbraun, steif, Hanglehm, Quartär
1.75 — TM Bkl 4 HB-B

Kies
(kantig), tonig, lagenweise stark tonig, schwach schluffig, schwach sandig, graubraun, steif, Hangschutt, Quartär
3.40 — GT* Bkl 4 HB-B

Ton
schluffig, feinsandig, feingeschichtet, dunkelgrau, halbfest, Wedelsandstein-Formation (Braunjura gamma)
3.90 — TM Bkl 4 HB-B

Tonstein, verwittert
feingeschichtet, dunkelgrau, mürbe, fest, Wedelsandstein-Formation (Braunjura gamma)
4.00 — Bkl 6 HB-C

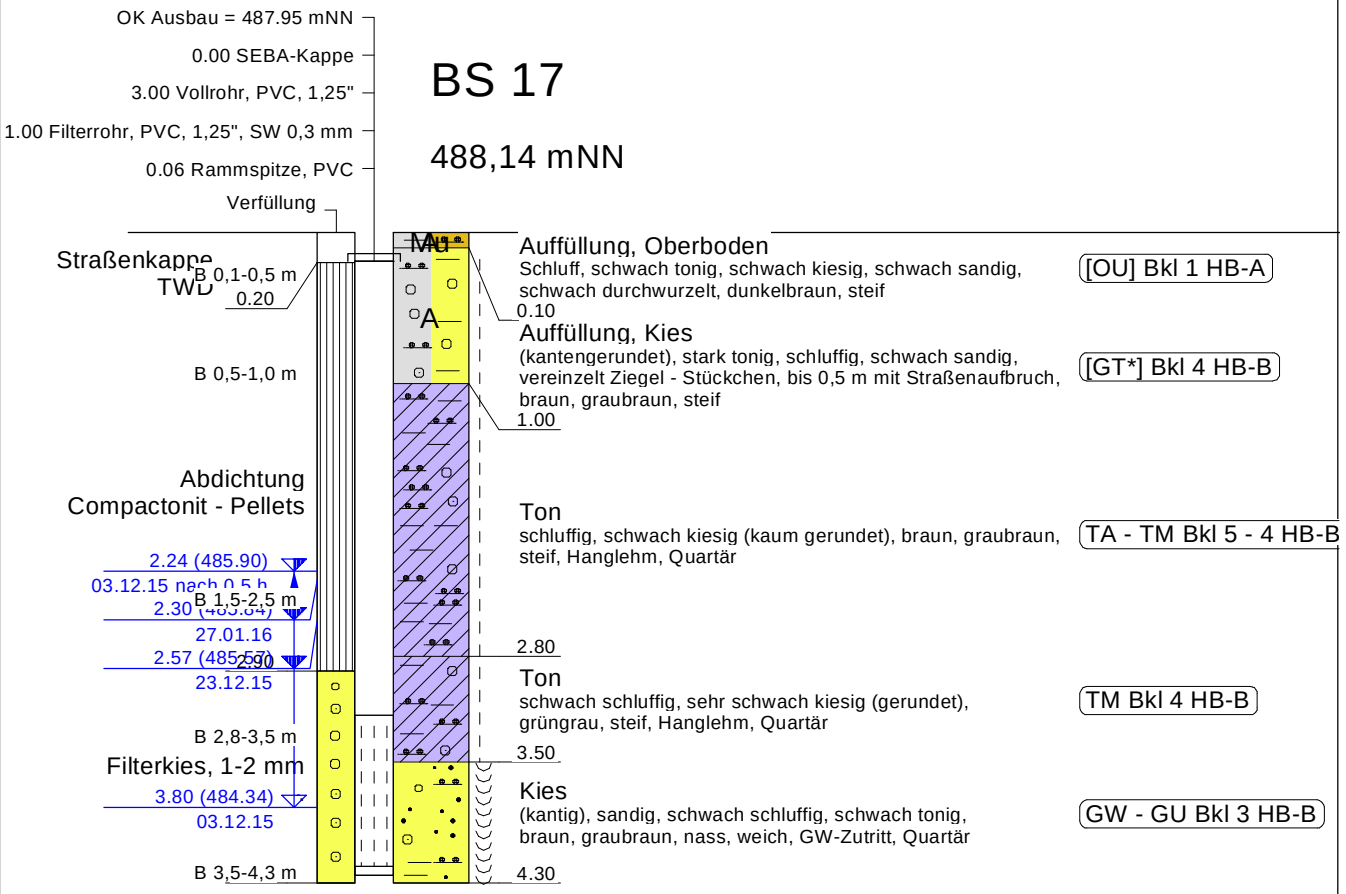
Projekt	Deggingen Neubaugebiet "Birkhof"	Anlage	3.2
Darstellung	Schichtenprofil und Schichten-beschreibung BS 16		
Maßstab	1 : 50		
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid		
Gezeichnet	Chr. Scheck		
Proj.-Nr.	2-15-169		
Datei	2-15-169-02.anl3.2.bop		
Datum	16.12.2015		

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

Aufschlussart	Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1)	Nutzung	Wiese	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	80/70 mm	Versiegelung	nein	rechts	3553723.007
Methode	Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät	Reliefformtyp	Hang	hoch	5385153.711
Zeitraum	03.12.2015	Neigung	N 2-3	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	M. Marx				

Probenart:
B = Boden
Bl = Bodenluft
W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
Homogenbereiche nach DIN 18 300:2015-08



Projekt	Deggingen Neubaugebiet "Birkhof"	Anlage	3.3

Darstellung

Schichtenprofil und Schichtenbeschreibung BS 17

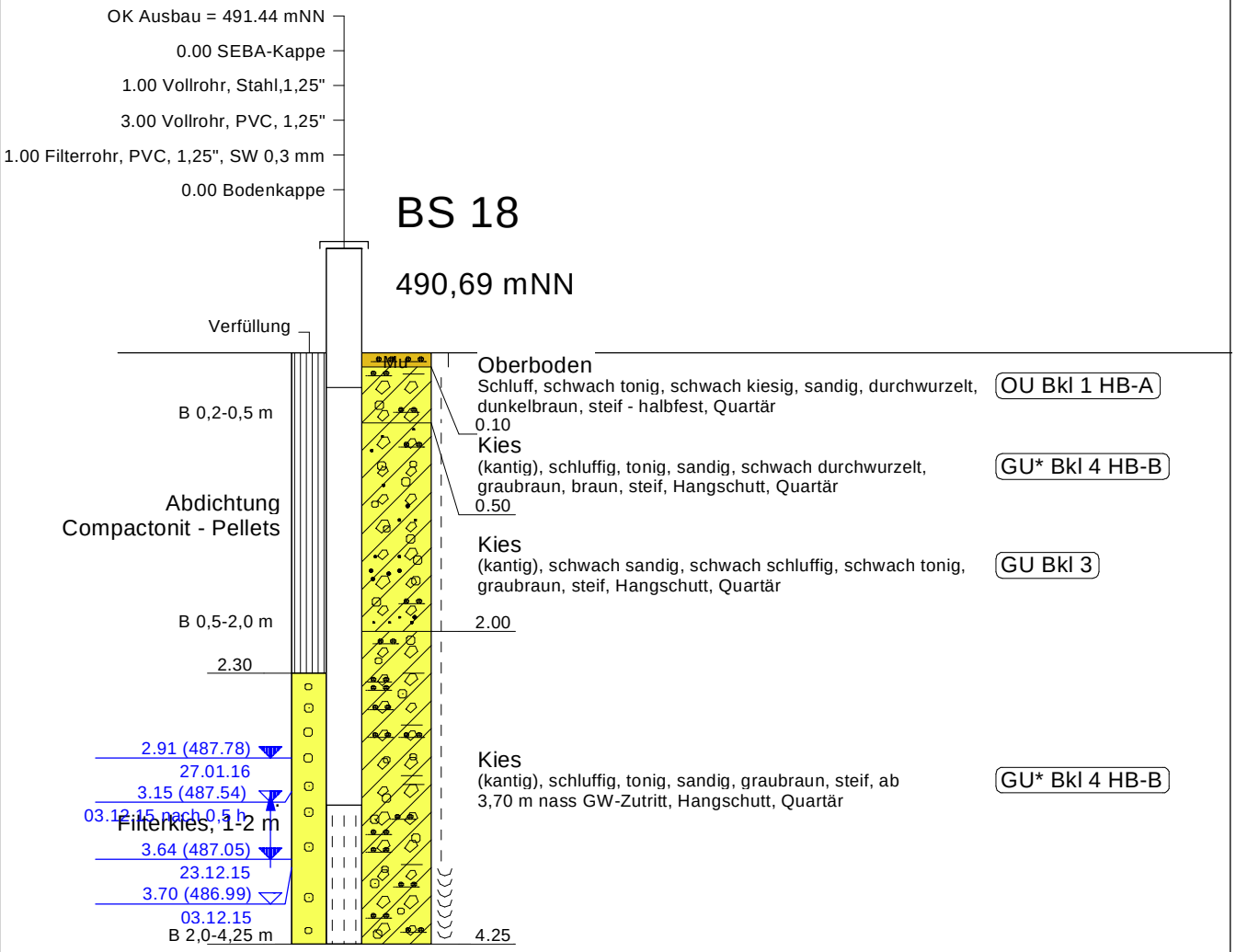
Maßstab	1 : 50
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid
Gezeichnet	Chr. Scheck
Proj.-Nr.	2-15-169
Datei	2-15-169-02.anl3.3.bop
Datum	16.12.2015

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

Aufschlussart	Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1)	Nutzung	Wiese	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	80 mm	Versiegelung	nein	rechts	nicht bekannt
Methode	Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät	Reliefformtyp	Hang	hoch	nicht bekannt
Zeitraum	03.12.2015	Neigung	N 3	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	M. Marx				

Probenart:
B = Boden
Bl = Bodenluft
W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
Homogenbereiche nach DIN 18 300:2015-08



Projekt	Deggingen Neubaugebiet "Birkhof"	Anlage 3.4

Darstellung

Schichtenprofil und Schichtenbeschreibung BS 18

Maßstab	1 : 50
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid
Gezeichnet	Chr. Scheck
Proj.-Nr.	2-15-169
Datei	2-15-169-02.anl3.4.bop
Datum	16.12.2015

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

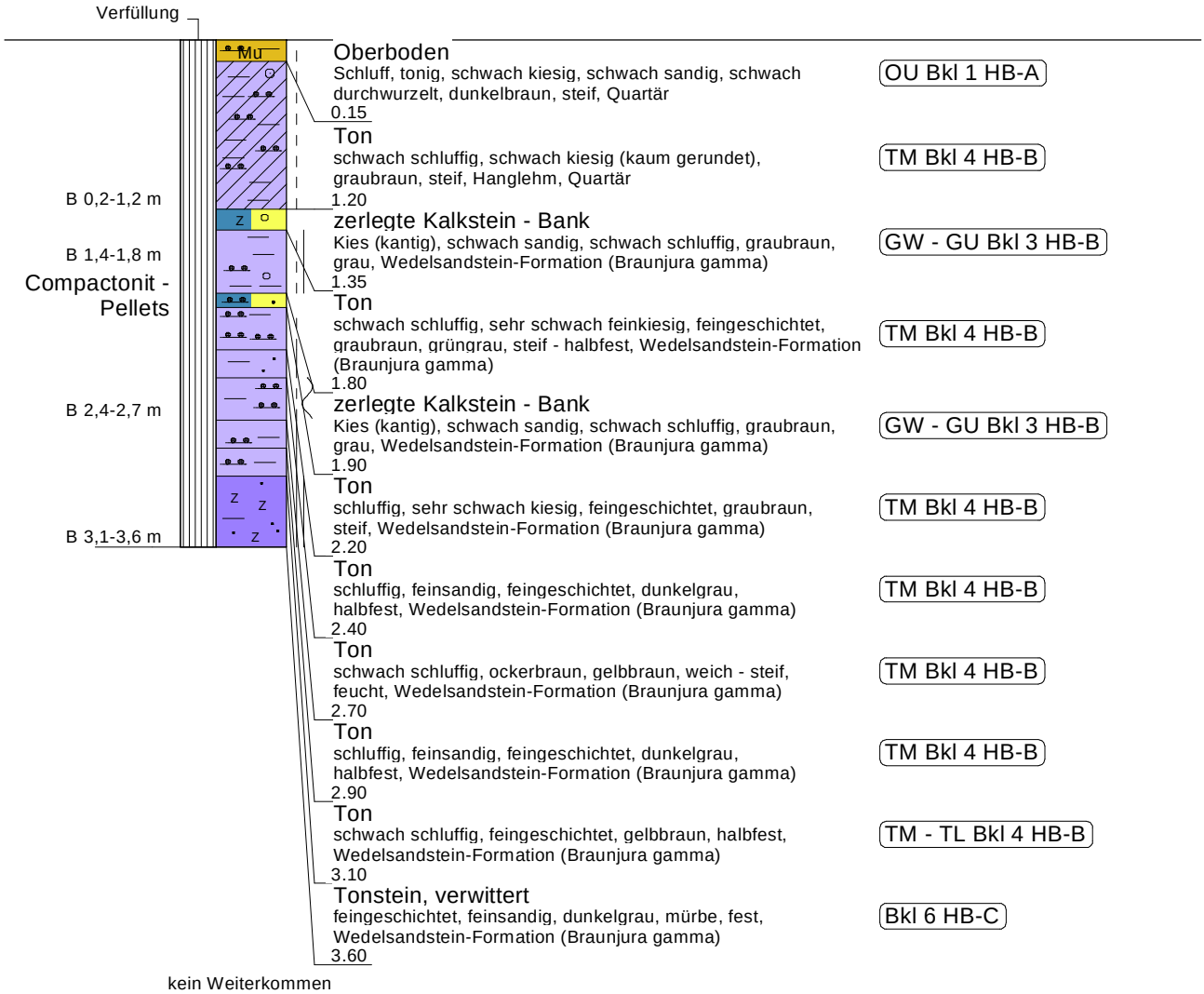
Aufschlussart	Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1)	Nutzung	Wiese	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	60/50 mm	Versiegelung	nein	rechts	3553749.217
Methode	Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät	Reliefformtyp	Hang	hoch	5385217.474
Zeitraum	04.12.2015	Neigung	N 3	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	M. Marx				

Probenart:
B = Boden
Bl = Bodenluft
W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
Homogenbereiche nach DIN 18 300:2015-08

BS 19

495,91 mNN



Projekt	Deggingen Neubaugebiet "Birkhof"	Anlage	3.5

Darstellung

Schichtenprofil und Schichtenbeschreibung BS 19

Maßstab	1 : 50
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid
Gezeichnet	Chr. Scheck
Proj.-Nr.	2-15-169
Datei	2-15-169-02.anl3.5.bop
Datum	16.12.2015

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

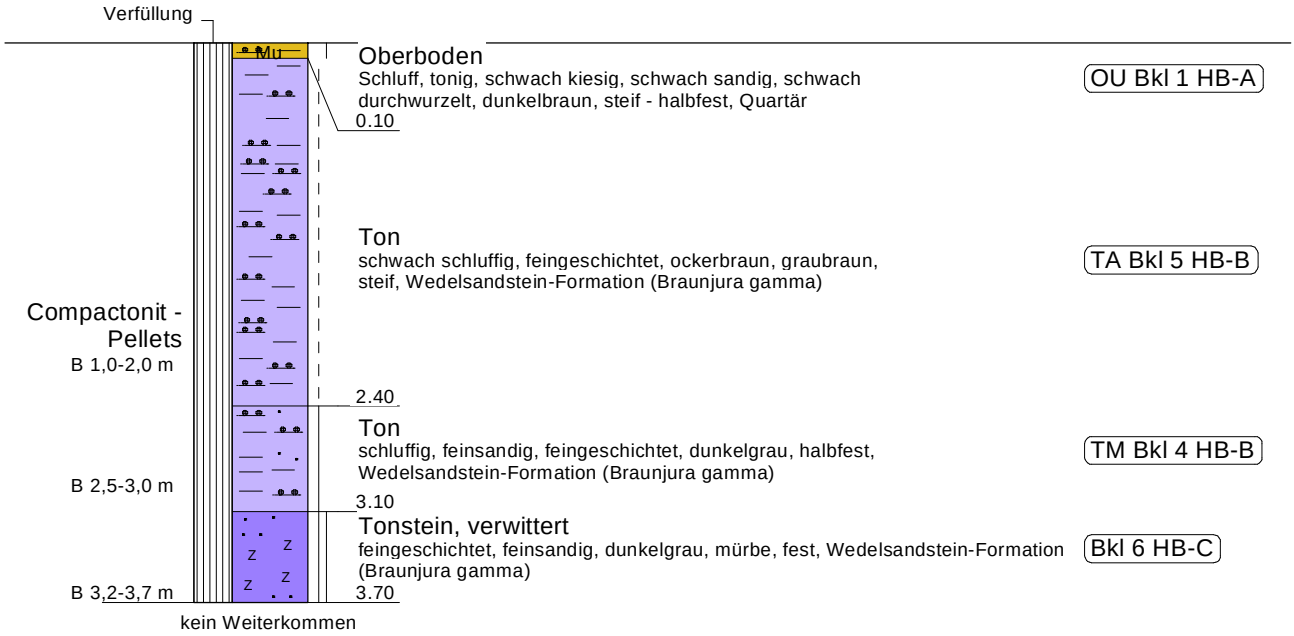
Aufschlussart	Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1)	Nutzung	Wiese	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	60/50 mm	Versiegelung	nein	rechts	3553673.481
Methode	Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät	Reliefformtyp	Hang	hoch	5385191.417
Zeitraum	04.12.2015	Neigung	N 3-4	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	M. Marx				

Probenart:
B = Boden
Bl = Bodenluft
W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
Homogenbereiche nach DIN 18 300:2015-08

BS 20

500,58 mNN



Oberboden
Schluff, tonig, schwach kiesig, schwach sandig, schwach durchwurzelt, dunkelbraun, steif - halbfest, Quartär — OU Bkl 1 HB-A

Ton
schwach schluffig, feingeschichtet, ockerbraun, graubraun, steif, Wedelsandstein-Formation (Braunjura gamma) — TA Bkl 5 HB-B

Ton
schluffig, feinsandig, feingeschichtet, dunkelgrau, halbfest, Wedelsandstein-Formation (Braunjura gamma) — TM Bkl 4 HB-B

Tonstein, verwittert
feingeschichtet, feinsandig, dunkelgrau, mürbe, fest, Wedelsandstein-Formation (Braunjura gamma) — Bkl 6 HB-C

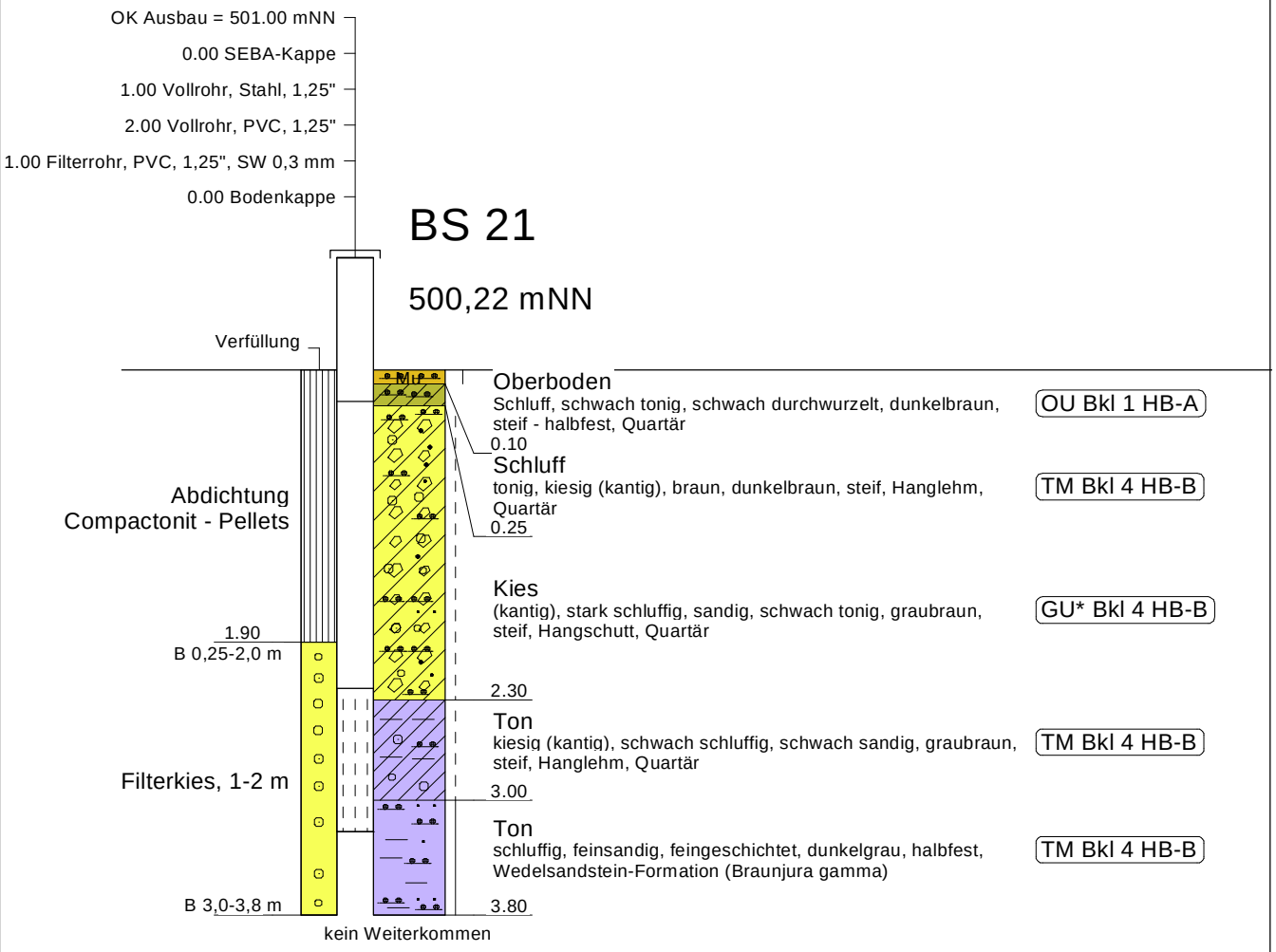
Projekt	Deggingen Neubaugebiet "Birkhof"	Anlage	3.6
Darstellung	Schichtenprofil und Schichtenbeschreibung BS 20		
Maßstab	1 : 50		
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid		
Gezeichnet	Chr. Scheck		
Proj.-Nr.	2-15-169		
Datei	2-15-169-02.anl3.6.bop		
Datum	16.12.2015		

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

Aufschlussart	Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1)	Nutzung	Wiese	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	80 mm	Versiegelung	nein	rechts	nicht bekannt
Methode	Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät	Reliefformtyp	Hang	hoch	nicht bekannt
Zeitraum	03.12.2015	Neigung	N 3	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	M. Marx				

Probenart:
B = Boden
Bl = Bodenluft
W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
Homogenbereiche nach DIN 18 300:2015-08



Projekt	Deggingen Neubaugebiet "Birkhof"	Anlage 3.7

Darstellung

Schichtenprofil und Schichtenbeschreibung BS 21

Maßstab	1 : 50
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid
Gezeichnet	Chr. Scheck
Proj.-Nr.	2-15-169
Datei	2-15-169-02.anl3.7.bop
Datum	16.12.2015

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

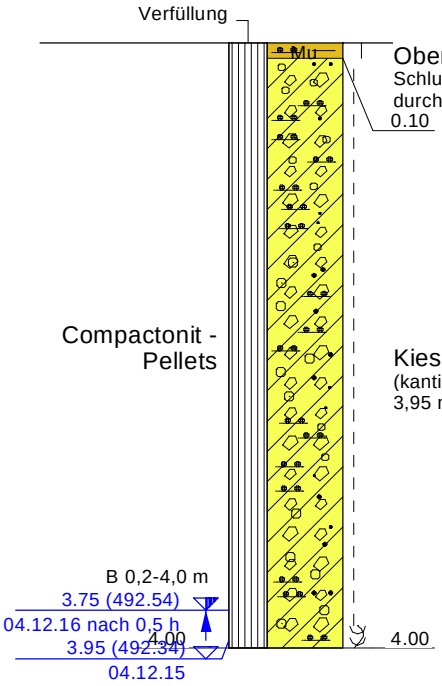
Aufschlussart	Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1)	Nutzung	Wiese	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	60/50 mm	Versiegelung	nein	rechts	3553752.204
Methode	Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät	Reliefformtyp	Hang	hoch	5385302.523
Zeitraum	04.12.2015	Neigung	N 3	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	M. Marx				

Probenart:
B = Boden
Bl = Bodenluft
W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
Homogenbereiche nach DIN 18 300:2015-08

BS 22

496,29 mNN



Oberboden
Schluff, schwach tonig, schwach kiesig, sandig, schwach durchwurzelt, braun, dunkelbraun, steif - halbfest, Quartär
0.10
OU Bkl 1 HB-A

Kies
(kantig), schluffig, sandig, tonig, graubraun, steif, ab 3,95 m nass, weich, Hangschutt, Quartär
GU* Bkl 4 HB-B

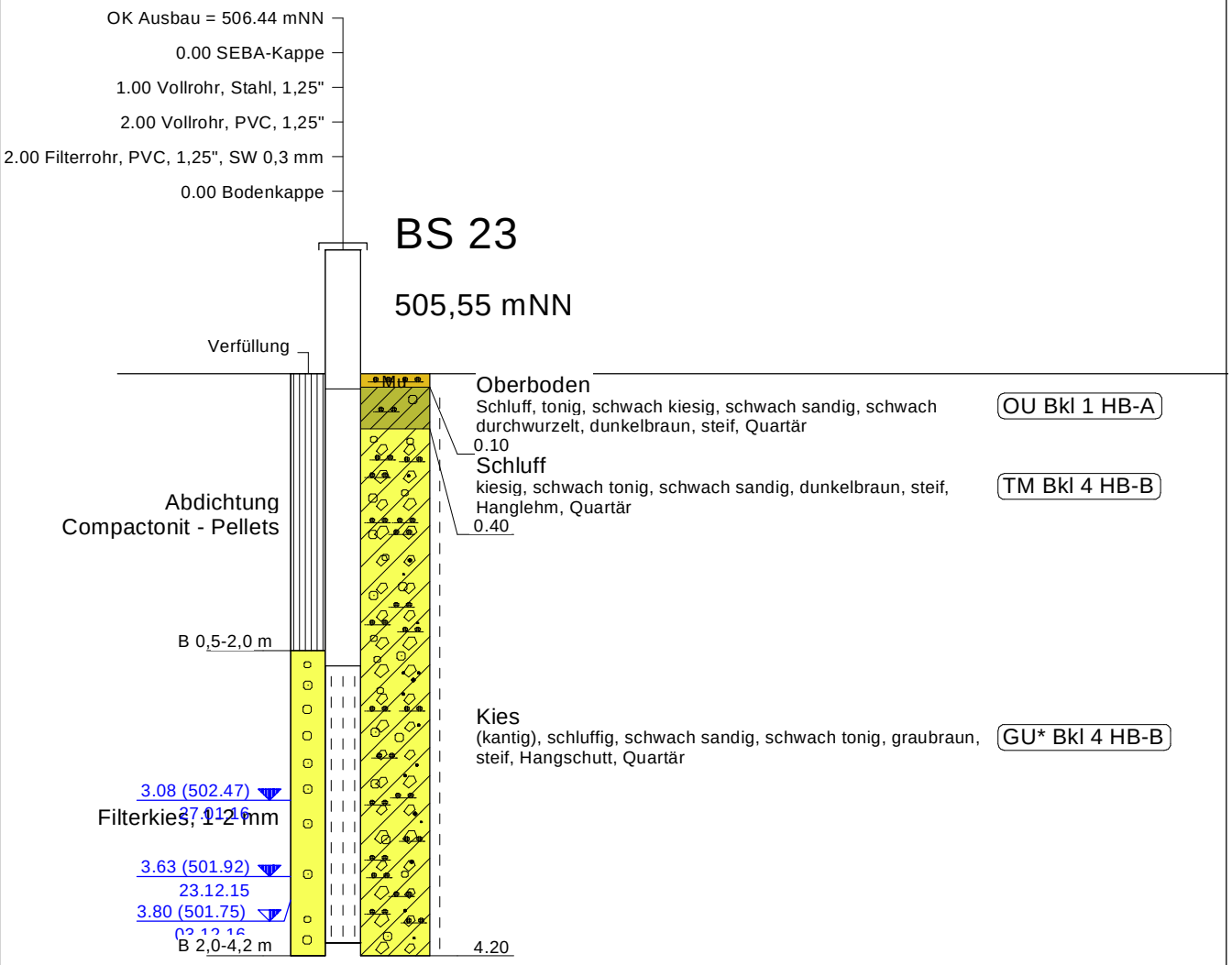
Projekt	Deggingen Neubaugebiet "Birkhof"
Anlage	3.8
Darstellung	Schichtenprofil und Schichten-beschreibung BS 22
Maßstab	1 : 50
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid
Gezeichnet	Chr. Scheck
Proj.-Nr.	2-15-169
Datei	2-15-169-02.anl3.8.bop
Datum	16.12.2015

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

Aufschlussart	Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1)	Nutzung	Wiese	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	80/70 mm	Versiegelung	nein	rechts	3553689.188
Methode	Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät	Reliefformtyp	Hang	hoch	5385329.760
Zeitraum	03.12.2015	Neigung	N 3	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	M. Marx				

Probenart:
B = Boden
Bl = Bodenluft
W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
Homogenbereiche nach DIN 18 300:2015-08



Projekt	Deggingen Neubaugebiet "Birkhof"	Anlage 3.9

Darstellung

Schichtenprofil und Schichtenbeschreibung BS 23

Maßstab	1 : 50
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid
Gezeichnet	Chr. Scheck
Proj.-Nr.	2-15-169
Datei	2-15-169-02.anl3.9.bop
Datum	16.12.2015

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

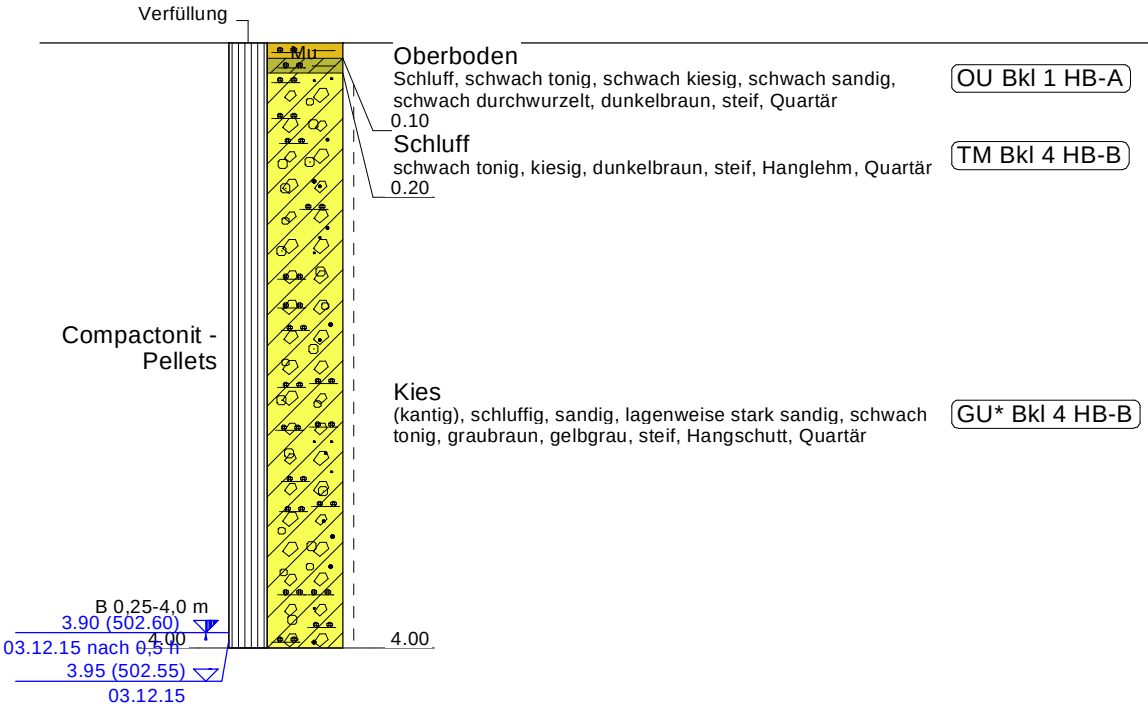
Aufschlussart	Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1)	Nutzung	Wiese	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	860/50 mm	Versiegelung	nein	rechts	3553656.427
Methode	Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät	Reliefformtyp	Hang	hoch	5385272.570
Zeitraum	03.12.2015	Neigung	N 3	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	M. Marx				

Probenart:
B = Boden
Bl = Bodenluft
W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
Homogenbereiche nach DIN 18 300:2015-08

BS 24

506,50 mNN



Projekt	Deggingen Neubaugebiet "Birkhof"	Anlage 3.10

Darstellung

Schichtenprofil und Schichtenbeschreibung BS 24

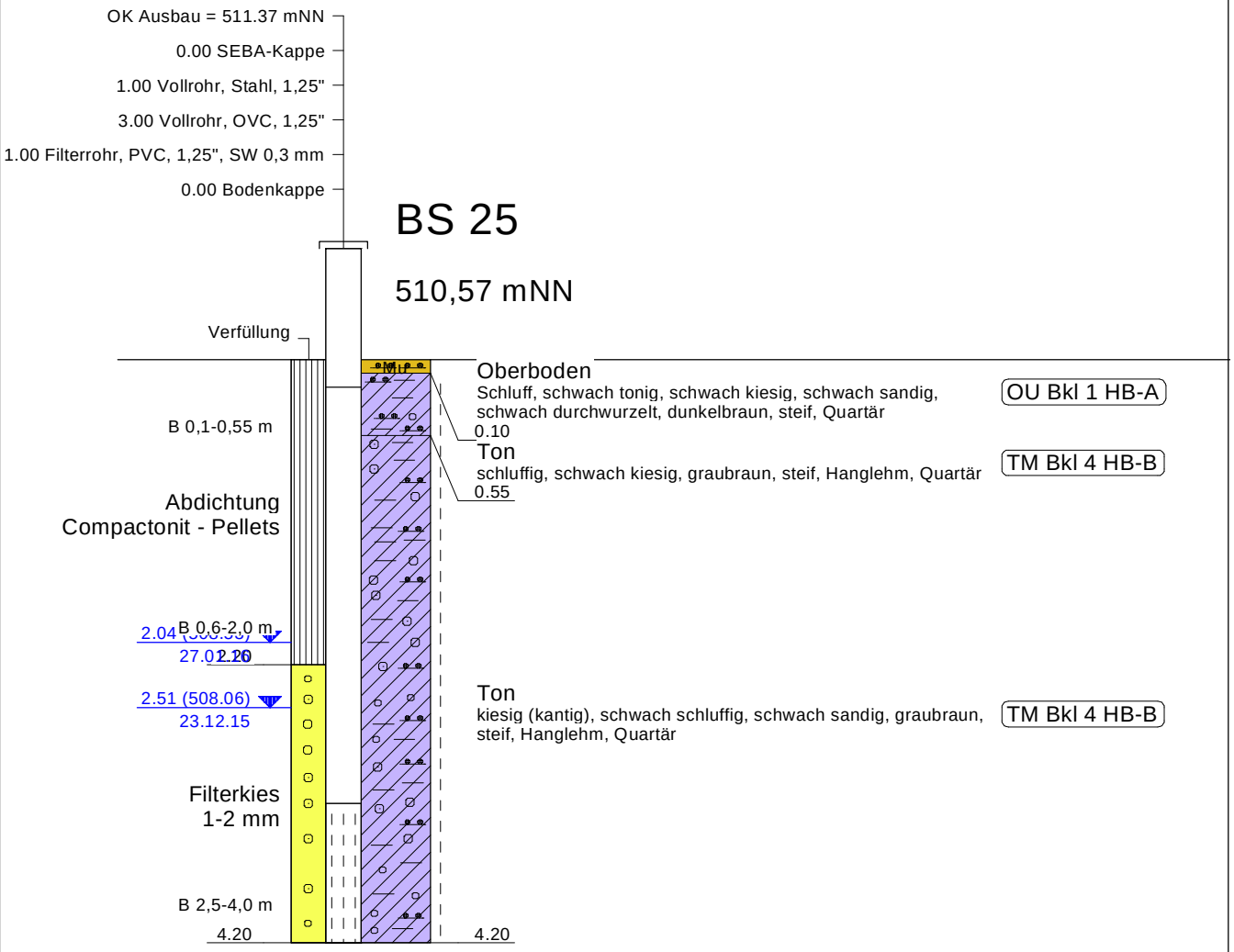
Maßstab	1 : 50
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid
Gezeichnet	Chr. Scheck
Proj.-Nr.	2-15-169
Datei	2-15-169-02.anl3.10.bop
Datum	16.12.2015

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

Aufschlussart	Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1)	Nutzung	Wiese	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	80/70 mm	Versiegelung	nein	rechts	3553621.472
Methode	Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät	Reliefformtyp	Hang	hoch	5385218.360
Zeitraum	03.12.2015	Neigung	N 3	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	M. Marx				

Probenart:
B = Boden
Bl = Bodenluft
W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
Homogenbereiche nach DIN 18 300:2015-08



Projekt	Deggingen Neubaugebiet "Birkhof"	Anlage 3.11

Darstellung

Schichtenprofil und Schichtenbeschreibung BS 25

Maßstab	1 : 50
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid
Gezeichnet	Chr. Scheck
Proj.-Nr.	2-15-169
Datei	2-15-169-02.anl3.11.bop
Datum	16.12.2015

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

Aufschlussart	Kernbohrung	Nutzung	ehem. Bahndamm	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	178/146 mm	Versiegelung	nein	rechts	3553824.333
Methode	ram(Schappe)/rot(SKR)	Reliefformtyp	Hang	hoch	5385191.957
Zeitraum	04.12.2015	Neigung	N 2	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	Dr. Th. Schmid				

Probenart:
B = Boden
Bl = Bodenluft
W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
Homogenbereiche nach DIN 18 300:2015-08

BK 1

484,82 mNN

OK Ausbau = 484.60 mNN
0.00 SEBA-Kappe
3.00 Vollrohr, PVC NW 50 mm
2.00 Filterrohr, PVC NW 50 mm, SW 1.0 mm
0.01 Bodenkappe
Verfüllung
B 0-0,15 m □
Straßenkappe, TWD
0.30
Abdichtung
Zement-Bentonit-Suspension
B 1,5-1,6 m □
2.18 (482.64)
27.01.16
2.50
Abdichtung
Compactonit - Pellets
3.02 (481.80)
23.12.15
Gegenfilter
B 3,2-3,3 m □
Kies, 0,7-1,25 mm
3.20
3.56 (481.26)
B 3,6-3,7 m □
04.12.15
4.00 (480.82)
04.12.15
Filterkies
2,0-3,15 mm
B 4,75-5,0 m ⊠
5.20
B 5,8-6,0 m ⊠
Abdichtung
Compactonit - Pellets
B 6,6-6,8 m ⊠
B 7,7-7,9 m ⊠
8.00

0.15 **Auffüllung, Gleisschotter**
Kies, kantig, sandig, schluffig, dunkelgrau — [GU] Bkl 3

0.35 **Auffüllung, Kies**
kantengerundet, schluffig, sandig, beige, braun, erdfeucht, steif — [GU*] Bkl 4 HB-B

Ton
schluffig, schwach kiesig, bei 0,9-1,0 m steinig, braun, steif - halbfest, Hanglehm, Quartär — TA Bkl 5 HB-B

2.60 **Ton**
schluffig, braun, steif, Hanglehm, Quartär — TM Bkl 4 HB-B

2.90 **Ton**
schluffig, organisch, lagenweise, torfig, pflanzliche Reste, muffiger Geruch, dunkelgrau, weich, Auelehm, Quartär — TA-OT Bkl 5 HB-B

3.80 **Torf**
schluffig, feinsandig, stark zersetzt, dunkelbraun - schwarzbraun, weich, Quartär — HZ Bkl 3 HB-B

3.90 **Kies**
gut gerundet, sandig, schwach steinig, schwach schluffig, schwach organisch, muffiger Geruch, grau, stark feucht, Quartär — GU Bkl 3 HB-B

4.15 **Kalkstein**
bankig, (35-45 cm, oberste Bank 15 cm), geschichtet, laminiert, Schichtfugen mit bindigem Material gefüllt, grau, hart, Blaukalk (Braunjura gamma) — Bkl 7 HB-D

5.10 **Tonstein**
feingeschichtet, schwach feinsandig, glimmerhaltig, dunkelgrau, mürbe, fest, Wedelsandstein-Formation (Braunjura gamma) — Bkl 6 HB-C

6.00 **Tonstein**
feingeschichtet, mergelig, schwach feinsandig, glimmerhaltig, dunkelgrau, fest - hart, Wedelsandstein-Formation (Braunjura gamma) — Bkl 6 HB-C

8.00

Projekt	Deggingen Neubaugebiet "Birkhof"	Anlage	3.12
Darstellung	Schichtenprofil und Schichten-beschreibung BK 1		
Maßstab	1 : 50		
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid		
Gezeichnet	Chr. Scheck		
Proj.-Nr.	2-15-169		
Datei	2-15-169-02.anl3.12.bop		
Datum	11.12.2015		

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:	BS17	BS18	BS19	BS19	BS20	BS20	
Tiefe [m]:	1,50-2,50	0,20-1,20	0,20-1,20	1,40-1,80	1,00-2,00	2,50-3,00	
Bodenart:	T	T	T	T	T	T	
Entnahme am:	03.12.15	03.12.15	03.12.15	04.12.15	04.12.15	04.12.15	
durch:	ts	ts	ts	ts	ts	ts	
Ausgeführt am:	11.12.15	11.12.15	11.12.15	11.12.15	11.12.15	11.12.15	
durch:	gh	gh	gh	gh	gh	gh	
Behälter-Nr.:	402	207	403	401	209	210	
Feuchte Probe+Behälter mF+mB [g]:	236,98	649,50	264,99	254,53	728,54	652,34	
Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]:	224,98	606,88	249,96	240,62	693,70	636,10	
Behälter mB [g]:	181,40	296,62	186,24	181,13	568,90	551,12	
Wasser mW=mF-mD [g]:	12,00	42,62	15,03	13,91	34,84	16,24	
Trockene Probe mD [g]:	43,58	310,26	63,72	59,49	124,80	84,98	
Wassergehalt w=mW/mD [%]:	**27,54%**	**13,74%**	**23,59%**	**23,38%**	**27,92%**	**19,11%**	

Entnahmestelle:							
Tiefe [m]:							
Bodenart:							
Entnahme am:							
durch:							
Ausgeführt am:							
durch:							
Behälter-Nr.:							
Feuchte Probe+Behälter mF+mB [g]:							
Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]:							
Behälter mB [g]:							
Wasser mW=mF-mD [g]:							
Trockene Probe mD [g]:							
Wassergehalt w=mW/mD [%]:							

Entnahmestelle:							
Tiefe [m]:							
Bodenart:							
Entnahme am:							
durch:							
Ausgeführt am:							
durch:							
Behälter-Nr.:							
Feuchte Probe+Behälter mF+mB [g]:							
Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]:							
Behälter mB [g]:							
Wasser mW=mF-mD [g]:							
Trockene Probe mD [g]:							
Wassergehalt w=mW/mD [%]:							

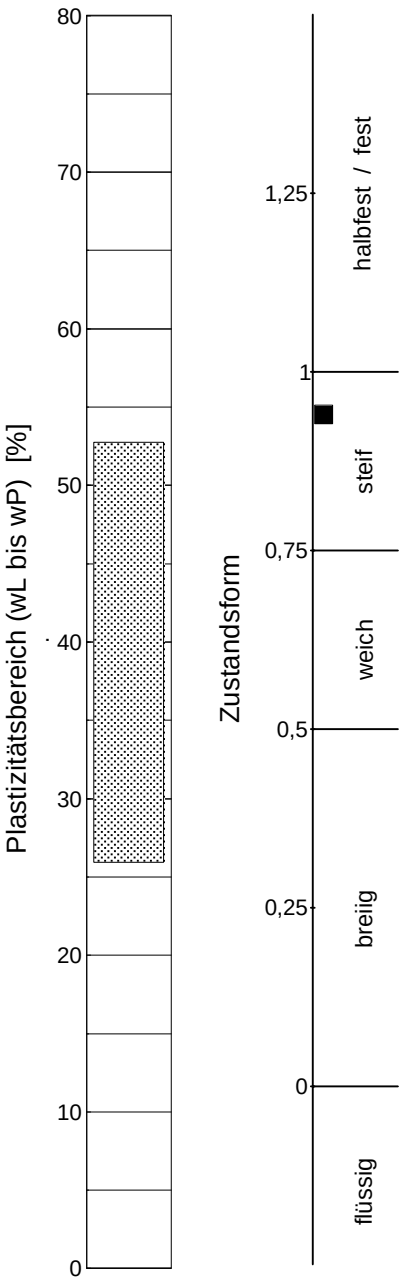
Projekt	Deggingen Neubaugebiet "Birkhof"	Anlage 4.1
Darstellung	**Bestimmung des natürlichen Wassergehalts (DIN 18 121, T1)**	
Maßstab		
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid	
Gezeichnet	gh	
Proj.-Nr.	2-15-169-02	
Datei	2-15-169-02_WG1.123	
Datum	16.12.2015	

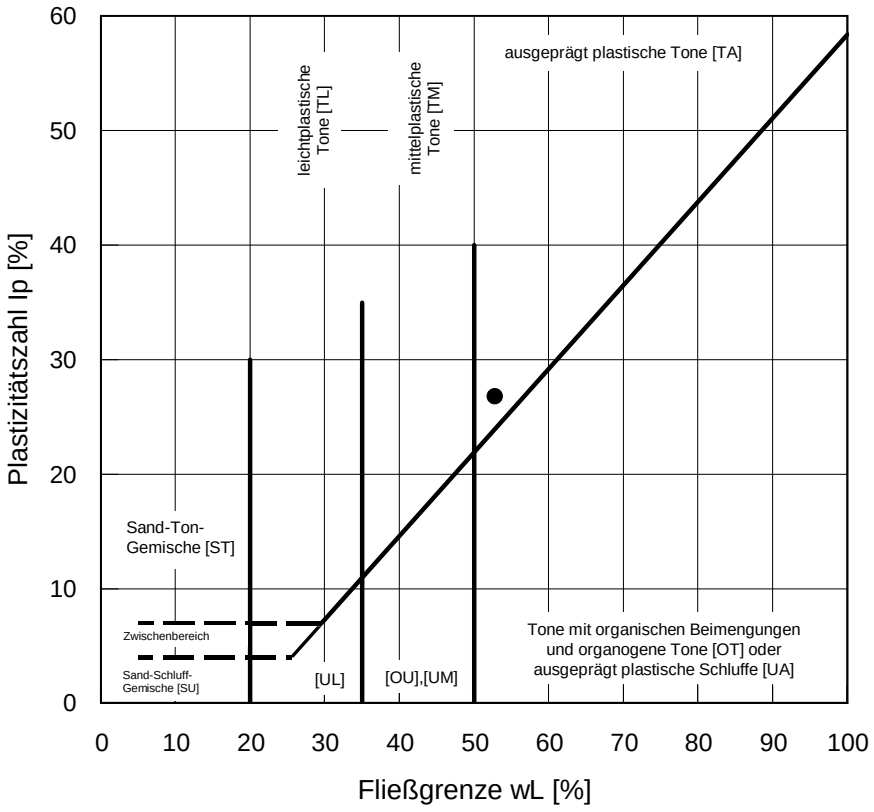
Institut für Hydrogeologie
und Umweltgeologie
Baugrunduntersuchungen
Dettinger Straße 146
73230 Kirchheim/Teck
Telefon: 0 70 21/98 40-0
Telefax: 0 70 21/98 40-60

Entnahmestelle:	BS17		
Tiefe [m]:	1,50-2,50	Entnommen am: 03.12.15	durch: ts
Bodenart:	T	Ausgeführt am: 15.12.15	durch: gh

	Fließgrenze				Ausrollgrenze		
Behälter-Nr.:	102				103	110	112
Schlagzahl:	30						
Feuchte Probe + Behälter mF+mB [g]:	22,61				20,16	18,87	19,76
Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]:	18,95				19,03	17,84	18,69
Behälter mB [g]:	11,86				14,81	13,77	14,54
Wasser mW=mF-mD [g]:	3,66				1,13	1,03	1,07
Trockene Probe mD [g]:	7,09				4,22	4,07	4,15
Wassergehalt w=mW/mD [%]:	51,62%				26,78%	25,31%	25,78%

Nat. Wassergehalt wN [%]:	**27,54%**
Fließgrenze wL [%]:	**52,77%**
Ausrollgrenze wP [%]:	**25,96%**
Plastizitätszahl Ip = wL-wP [%]:	**26,82%**
Konsistenzzahl Ic = (wL-wN)/Ip:	**0,94**





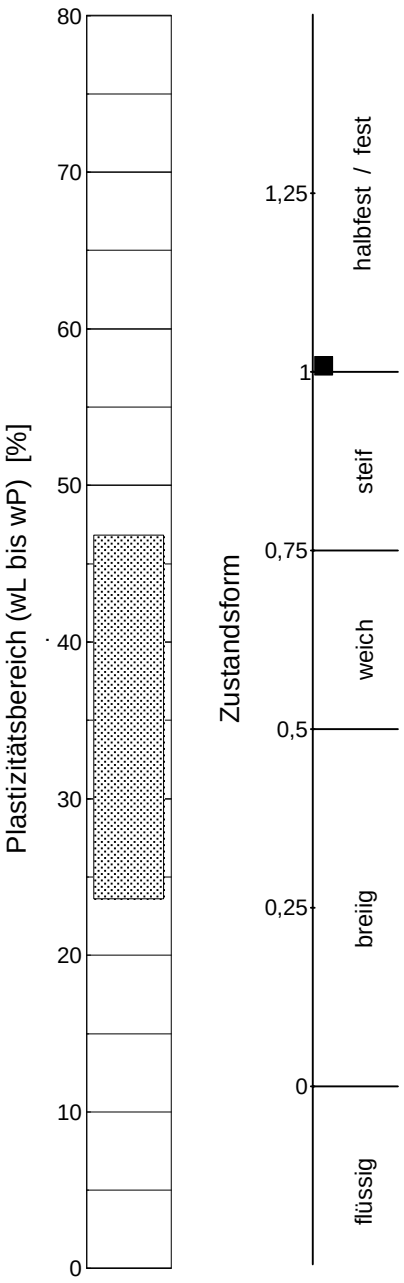
Projekt	Deggingen Neubaugebiet "Birkhof"
Anlage	4.2
Darstellung	**Bestimmung der Zustands-grenzen (DIN 18 121, T2)**
Maßstab	
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid
Gezeichnet	gh
Proj.-Nr.	2-15-169-01
Datei	2-15-169-02_ZG1.123
Datum	16.12.2015

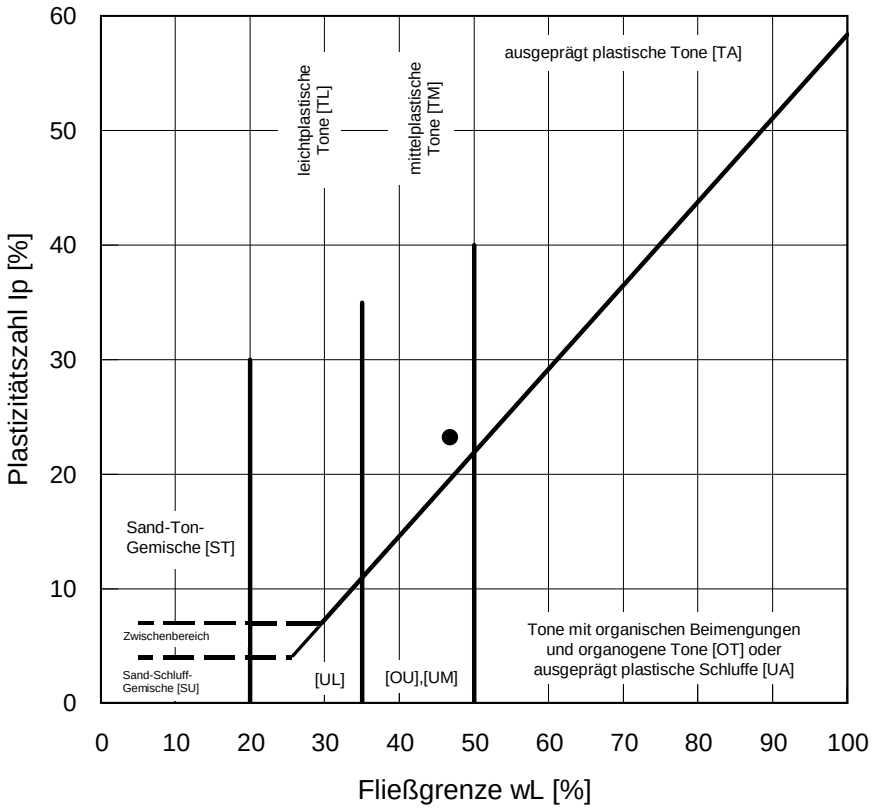
Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen
Dettinger Straße 146
73230 Kirchheim/Teck
Telefon: 0 70 21/98 40-0
Telefax: 0 70 21/98 40-60

Entnahmestelle:	BS19						
Tiefe [m]:	1,40-1,80			Entnommen am:	03.12.15	durch:	ts
Bodenart:	T			Ausgeführt am:	15.12.15	durch:	gh

	Fließgrenze				Ausrollgrenze		
Behälter-Nr.:	308				106	122	305
Schlagzahl:	22						
Feuchte Probe + Behälter mF+mB [g]:	23,50				19,50	19,69	19,06
Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]:	20,69				18,52	18,68	18,03
Behälter mB [g]:	14,78				14,28	14,44	13,71
Wasser mW=mF-mD [g]:	2,81				0,98	1,01	1,03
Trockene Probe mD [g]:	5,91				4,24	4,24	4,32
Wassergehalt w=mW/mD [%]:	47,55%				23,11%	23,82%	23,84%

Nat. Wassergehalt wN [%]:	**23,38%**
Fließgrenze wL [%]:	**46,82%**
Ausrollgrenze wP [%]:	**23,59%**
Plastizitätszahl Ip = wL-wP [%]:	**23,22%**
Konsistenzzahl Ic = (wL-wN)/Ip:	**1,01**





Projekt	Deggingen Neubaugebiet "Birkhof"	Anlage 4.3

Darstellung

Bestimmung der Zustands-grenzen (DIN 18 121, T2)

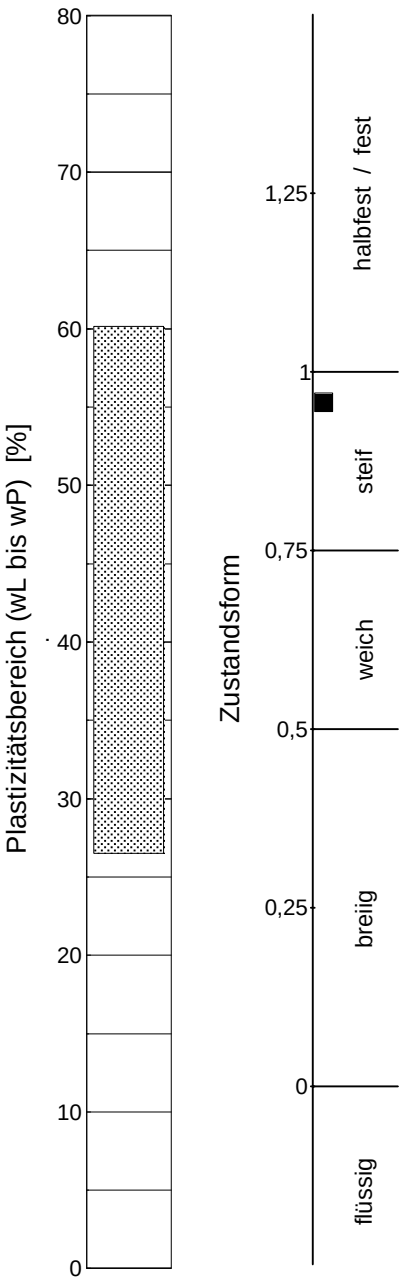
Maßstab	
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid
Gezeichnet	gh
Proj.-Nr.	2-15-169-01
Datei	2-15-169-02_ZG2.123
Datum	16.12.2015

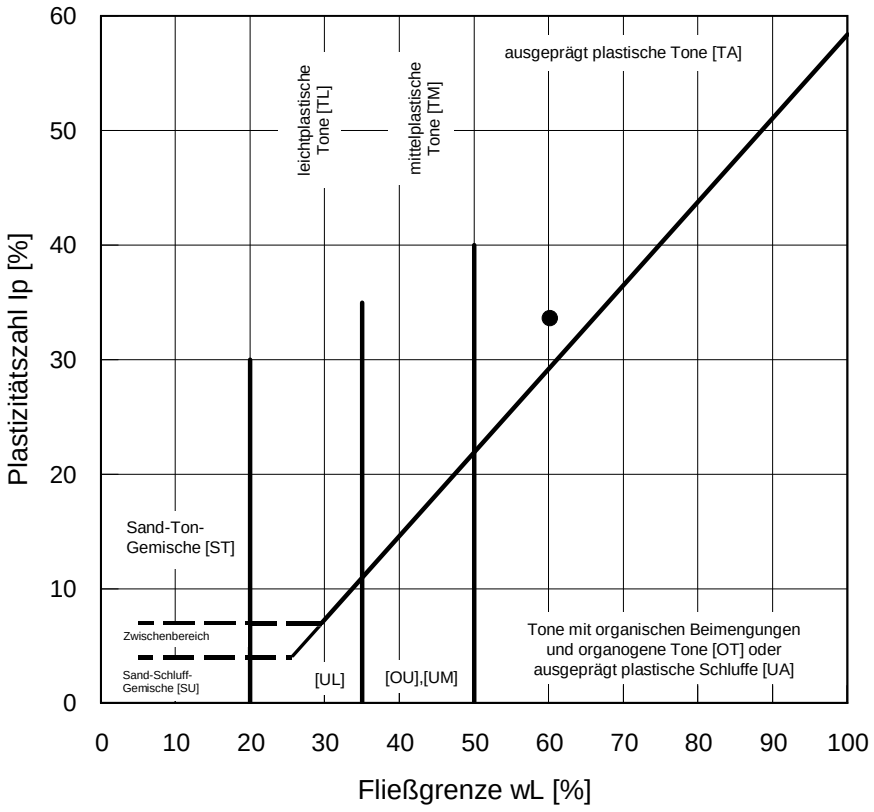
Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen
Dettinger Straße 146
73230 Kirchheim/Teck
Telefon: 0 70 21/98 40-0
Telefax: 0 70 21/98 40-60

Entnahmestelle:	BS20			
Tiefe [m]:	1,00-2,00	Entnommen am:	03.12.15	durch: ts
Bodenart:	T	Ausgeführt am:	15.12.15	durch: gh

	Fließgrenze				Ausrollgrenze		
Behälter-Nr.:	303				113	118	123
Schlagzahl:	27						
Feuchte Probe + Behälter mF+mB [g]:	21,13				18,80	20,02	19,20
Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]:	18,48				17,75	18,92	18,08
Behälter mB [g]:	14,04				13,75	14,82	13,84
Wasser mW=mF-mD [g]:	2,65				1,05	1,10	1,12
Trockene Probe mD [g]:	4,44				4,00	4,10	4,24
Wassergehalt w=mW/mD [%]:	59,68%				26,25%	26,83%	26,42%

Nat. Wassergehalt wN [%]:	**27,92%**
Fließgrenze wL [%]:	**60,15%**
Ausrollgrenze wP [%]:	**26,50%**
Plastizitätszahl Ip = wL-wP [%]:	**33,65%**
Konsistenzzahl Ic = (wL-wN)/Ip:	**0,96**





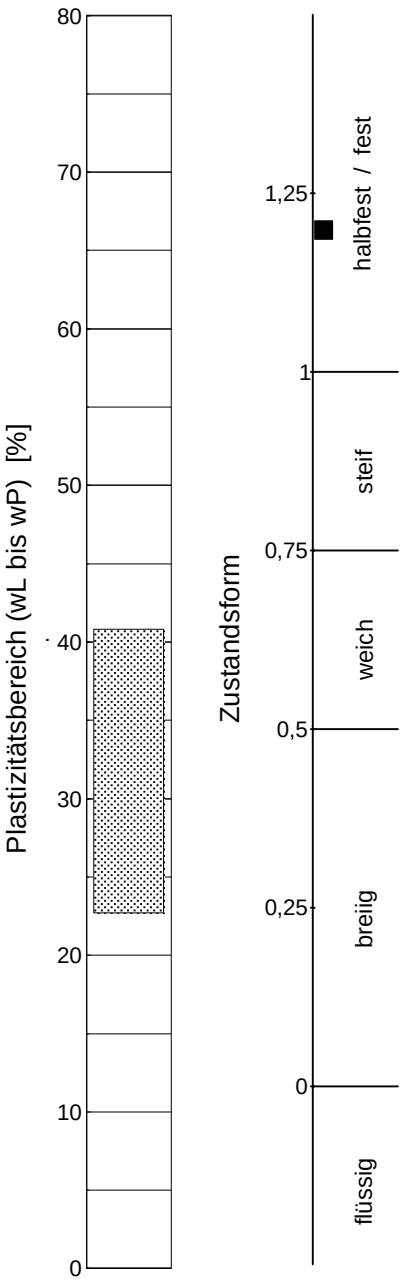
Projekt	Deggingen Neubaugebiet "Birkhof"	Anlage 4.4
Darstellung	**Bestimmung der Zustands-grenzen (DIN 18 121, T2)**	
Maßstab		
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid	
Gezeichnet	gh	
Proj.-Nr.	2-15-169-01	
Datei	2-15-169-02_ZG3.123	
Datum	16.12.2015	

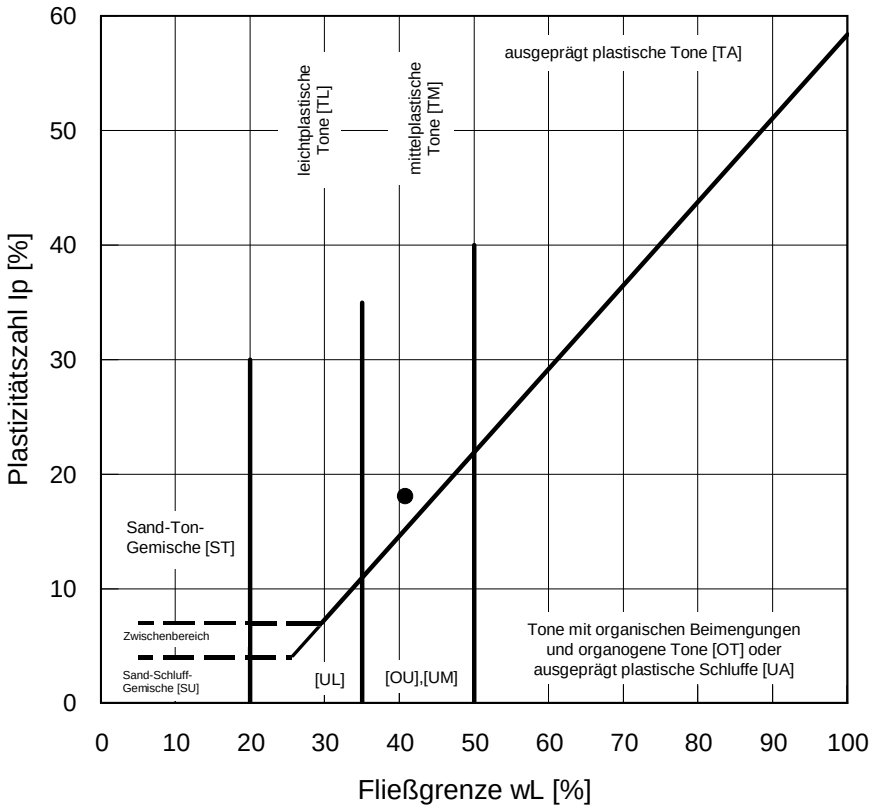
Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen
Dettinger Straße 146
73230 Kirchheim/Teck
Telefon: 0 70 21/98 40-0
Telefax: 0 70 21/98 40-60

Entnahmestelle:	BS20		
Tiefe [m]:	2,50-3,00	Entnommen am: 03.12.15	durch: ts
Bodenart:	T	Ausgeführt am: 15.12.15	durch: gh

	Fließgrenze				Ausrollgrenze		
Behälter-Nr.:	306				109	121	302
Schlagzahl:	20						
Feuchte Probe + Behälter mF+mB [g]:	27,23				17,68	18,76	19,12
Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]:	23,57				16,71	17,83	18,14
Behälter mB [g]:	14,84				12,52	13,73	13,74
Wasser mW=mF-mD [g]:	3,66				0,97	0,93	0,98
Trockene Probe mD [g]:	8,73				4,19	4,10	4,40
Wassergehalt w=mW/mD [%]:	41,92%				23,15%	22,68%	22,27%

Nat. Wassergehalt wN [%]:	**19,11%**
Fließgrenze wL [%]:	**40,81%**
Ausrollgrenze wP [%]:	**22,70%**
Plastizitätszahl Ip = wL-wP [%]:	**18,11%**
Konsistenzzahl Ic = (wL-wN)/Ip:	**1,20**





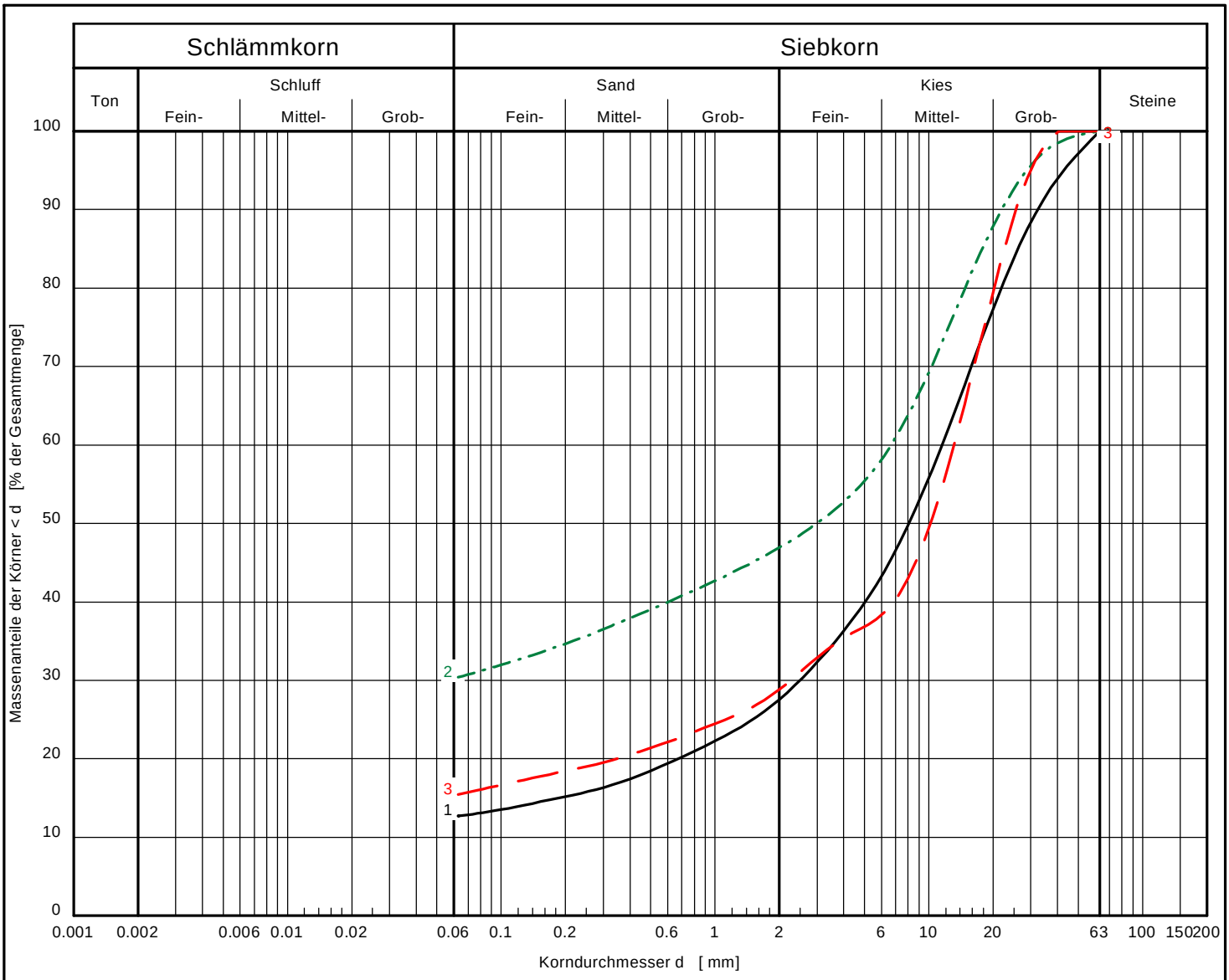
Projekt	Deggingen Neubaugebiet "Birkhof"	Anlage 4.5

Darstellung

Bestimmung der Zustands-grenzen (DIN 18 121, T2)

Maßstab	
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid
Gezeichnet	gh
Proj.-Nr.	2-15-169-01
Datei	2-15-169-02_ZG4.123
Datum	16.12.2015

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



Signatur:	———	-·-·-·-	— —
Entnahmestelle:	BS 18	BS 21	BS 23
Tiefe:	0,5 - 2,0 m	0,25 - 2,0 m	2,0 - 4,2 m
Bodenart:	G, s', u'	G, $\bar{u}$, s	G, u, s'
Cu/Cc:	-/-	-/-	-/-
k [m/s]:	-	-	-
	k nach USBR	k nach USBR	k nach USBR
T/U/S/G [%]:	- /12.7/14.9/72.4	- /30.4/16.5/53.1	- /15.4/13.4/71.2
Bodengruppe (DIN 18 196):	GU	GU*	GU*
Frostempfindlichkeit (ZTVE-StB 09):	F2	F3	F3
Reibungswinkel:	39.0	37.7	38.8

Probe entnommen am: 03.-04.12.2015
durch: ma
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Nasssiebung

Zu- und Abschläge Reibungswinkel:
Korrektur für Abstufung: mittel (+-0°)
Korrektur für Lagerung: mittel (+-0°)
Korrektur für Kornform: mittel (+-0°)

Bemerkungen:

Projekt	Deggingen Neubaugebiet "Birkhof"	Anlage
		4.6

Darstellung

Bestimmung der Korngrößen-verteilung (DIN 18 123)

Maßstab	
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid
Gezeichnet	ts
Proj.-Nr.	2-15-169
Datei	2-15-169-02_KV1.kvs
Datum	22.02.2016

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

Einaxialer Druckversuch

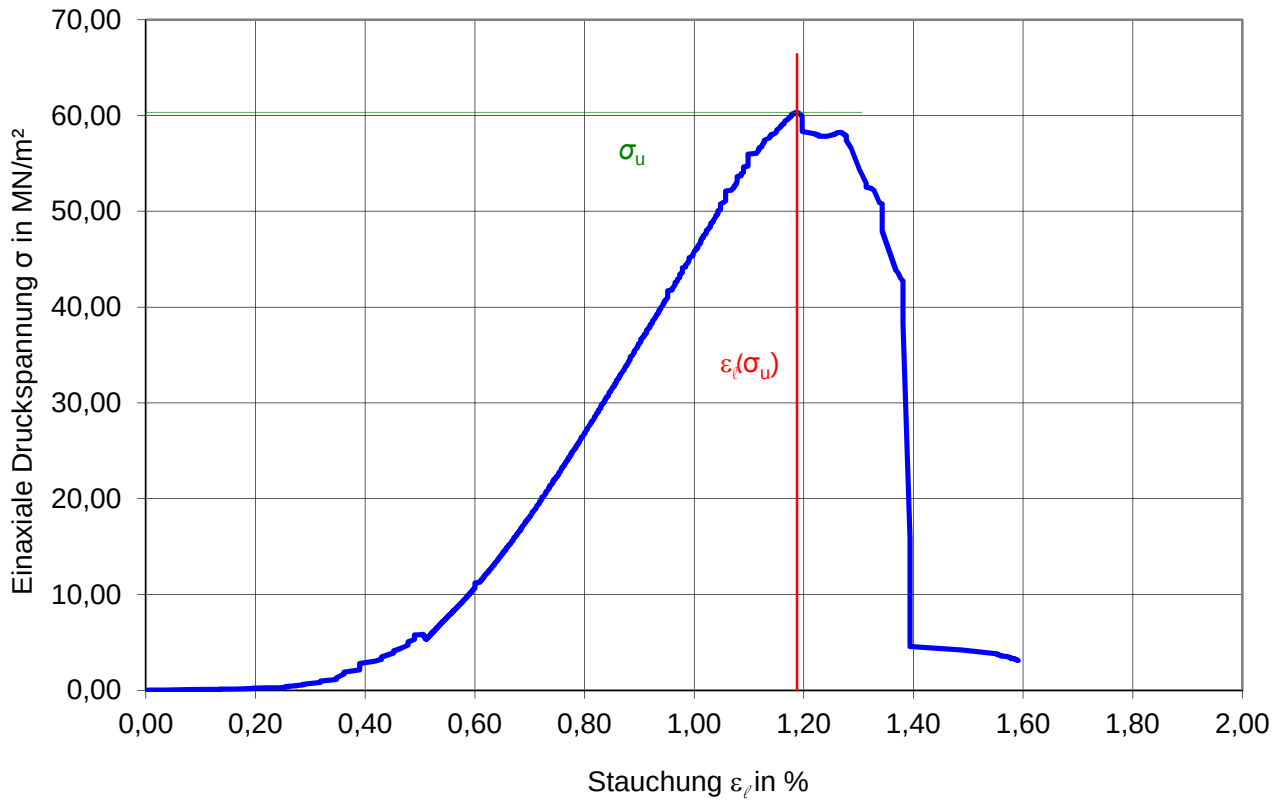
Auftraggeber:	BWU , Boden, Wasser, Untergrund, Kirchheim u. Teck		
Projekt:	Projekt 2-15-169-01, Deppingen Tief- und Straßenbau Gartenstr. ehem. Bahndamm - RÜB DG-4, Jahnstr., Filsanschluss		
Projektzeichen:	Gz Q103	Kennzeichen:	ED001
Probenahme am:	03.12.2015	Probenahme durch:	
Entnahmestelle:	Bohrkern BK 1		
Entnahmetiefe:	4,75 m bis 5,00m unter Oberkante Ansatzpunkt		
Entnahmeart:	Sonderprobe		
Prüfdatum:	12.01.2016	Prüfung durch:	Harald Leidner
Prüfverfahren:	DIN 18136		

DIN EN ISO 14689-1:	Kalkstein
DIN 4022:	Sedimentgestein Kalkstein (Kst)

Probekörper:

Anfangslänge ℓ:	202,8 mm	Güteklasse nach DIN 4021:	1
Anfangsquerschnittsfläche A:	8140,3 mm²	Dehnungsgeschwindigkeit:	0,5 N/mm²/s
Wassergehalt ω:		Einaxiale Druckfestigkeit σ_u:	60,3 MN/m²
		Bruchdehnung $\varepsilon_\ell(\sigma_u)$:	1,19 %

Druck - Stauchungsdiagramm



test 2 safe GmbH
Labor für Baustoffprüfung
Birkenweg 5
86473 Ziemetshausen
Tel.: 08284 - 928330
Fax: 08284 - 928336

info@test2safe.de
www.test2safe.de

Geschäftsführer:
Harald Leidner
Cai von Restorff

Raiffeisenbank
Krumbach/Schwaben eG
IBAN
DE 10 7206 9132 0007 119844
BIC (SWIFT-Code)
GENO DE F1KR R

Handelsregister:
Memmingen HRB 11641
Finanzamt Neu-Ulm
Steuernummer: 151/140/10712

Einaxialer Druckversuch

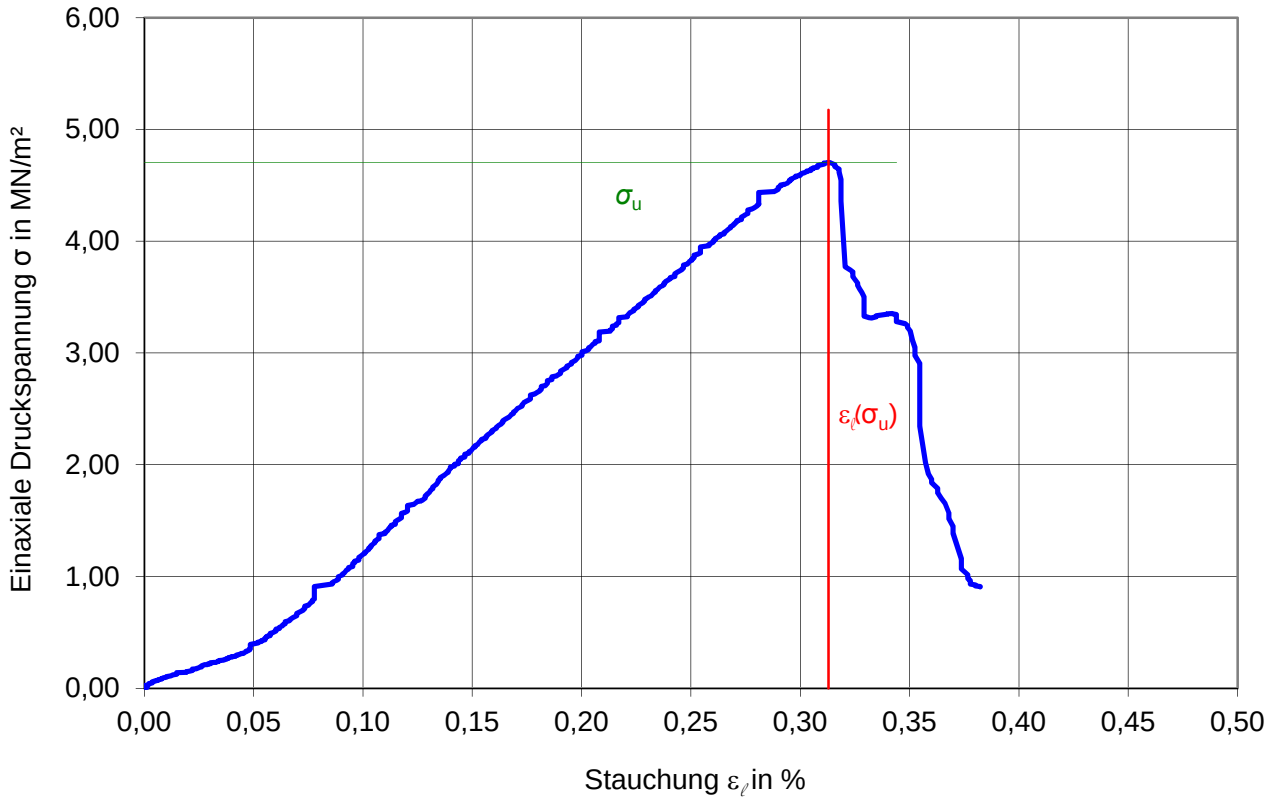
Auftraggeber:	BWU , Boden, Wasser, Untergrund, Kirchheim u. Teck		
Projekt:	Projekt 2-15-169-01, Deppingen Tief- und Straßenbau Gartenstr. ehem. Bahndamm - RÜB DG-4, Jahnstr., Filsanschluss		
Projektzeichen:	Gz Q103	Kennzeichen:	ED002
Probenahme am:	03.12.2015	Probenahme durch:	
Entnahmestelle:	Bohrkern BK 1		
Entnahmetiefe:	6,60 m bis 6,80m unter Oberkante Ansatzpunkt		
Entnahmeart:	Sonderprobe		
Prüfdatum:	12.01.2016	Prüfung durch:	Harald Leidner
Prüfverfahren:	DIN 18136		

DIN EN ISO 14689-1: Tonstein
DIN 4022: Sedimentgestein Kalkstein (Tst)

Probekörper:

Anfangslänge ℓ:	151,0 mm	Güteklasse nach DIN 4021:	1
Anfangsquerschnittsfläche A:	8054,7 mm²	Dehnungsgeschwindigkeit:	0,5 N/mm²/s
Wassergehalt ω:		Einaxiale Druckfestigkeit σ_u:	4,7 MN/m²
		Bruchdehnung $\varepsilon_\ell(\sigma_u)$:	0,31 %

Druck - Stauchungsdiagramm



test 2 safe GmbH
Labor für Baustoffprüfung
Birkenweg 5
86473 Ziemetshausen
Tel.: 08284 - 928330
Fax: 08284 - 928336

info@test2safe.de
www.test2safe.de

Geschäftsführer:
Harald Leidner
Cai von Restorff

Raiffeisenbank
Krumbach/Schwaben eG
IBAN
DE 10 7206 9132 0007 119844
BIC (SWIFT-Code)
GENO DE F1KR R

Handelsregister:
Memmingen HRB 11641
Finanzamt Neu-Ulm
Steuernummer: 151/140/10712

Homogenbereich nach DIN 18 300:2015-08					A	B	C	D
	Kurzzeichen	Einheit	Bestimmungsmethode					
Angaben für Geotechnische Kategorie GK 1								
Obere Schichtgrenze		[m u. GOK]			0	0,1 - 0,15	2,9 - >4,2	2,10 - >4,2
Untere Schichtgrenze		[m u. GOK]			0,1 - 0,15	2,9 - >4,2	3,1 - >8,0***	5,10***
Ortsübliche Bezeichnung					Oberboden	Hangschutt, Hanglehm, Verwitterungston, Auelehm, Talablagerungen,	Tonstein	Kalkstein
Bodengruppe(n)			Bodenklassifikation nach DIN 18 196		OU	TM, TA, OT, HZ, GW, GU, GU*, GT*	Z	Z
Boden			Benennung und Beschreibung nach DIN EN ISO 14 688-1					
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke		[M-%]	Aussortieren, Vermessen bzw. Sieben, Wiegen, auf Aushubmasse bezogen	Steine (Co)				
				Blöcke (Bo)				
				gr. Blöcke (LBo)				
			Schätzung nach Feldansprache	Steine (Co)	0	0		
				Blöcke (Bo)	0	0		
				gr. Blöcke (LBo)	0	0		
Plastizität			Nach Feldansprache		leicht	leicht bis ausgeprägt*		
Konsistenz			Nach Feldansprache		steif bis halbfest	steif-weich bis halbfest*		
Lagerungsdichte	ID	[-]	Lockerste und dichteste Lagerung nach DIN 18126					
			Sondierungen nach DIN EN ISO 22476					
			Schätzung nach Feldansprache		nz	mitteldicht bis dicht**		
Fels			Benennung und Beschreibung nach DIN EN ISO 14 689-1					
Genetische Einheit			Abschnitt 4.1(a)				sedimentär	sedimentär
Geologische Struktur			Abschnitt 4.1(b) / 4.3.2 Tabelle 6				geschichtet	geschichtet
Korngröße			Abschnitt 4.1(c) / 4.2.2 Tabelle A.1				sehr feinkörnig	feinkörnig
Mineralogische Zusammensetzung			Abschnitt 4.1(d)				Tonminerale	Karbonat
Poren- und Hohlraumanteil			Abschnitt 4.1(e) primäre Poren				sehr gering	sehr gering
			sekundäre Poren oder Hohlräume				sehr gering	sehr gering
Farbe			Abschnitt 4.2.1 Tabelle 1				dunkelgrau	grau
Matrix			Abschnitt 4.2.3 Tabelle A.1				tonig	karbonatisch
Verwitterungszustand			Abschnitt 4.2.4 Tabelle 2				angewittert	unverwittert-angewittert
Veränderlichkeit			Abschnitt 4.2.6 Tabelle 4				veränderlich	nicht veränderlich
Felsart			Abschnitt 4.3.1				Tonstein	Kalkstein
Trennflächen		[°]	Abschnitt 4.3.3.2 Fallrichtung/Fallwinkel				nicht bestimmbar	nicht bestimmbar
Schichtmächtigkeit		[mm]	Abschnitt 4.3.3.3 Tabelle 7				150 - 450	150 - 450
Klüftung/Kluftabstand		[mm]	Abschnitt 4.3.3.3 Tabelle 8				nicht bestimmbar	nicht bestimmbar
Gesteinskörpergröße		[mm]	Abschnitt 4.3.3.3 Tabelle 9				nicht bestimmbar	nicht bestimmbar
Gesteinskörperform			Abschnitt 4.3.3.3 Tabelle 10				nicht bestimmbar	nicht bestimmbar
Verwitterungsstufe			Abschnitt 4.3.4 Tabelle 13				V 2 - V 3	V 1 - V 2
Zusätzliche Angaben für Geotechnische Kategorie GK 2 + 3								
Boden			Benennung und Beschreibung nach DIN EN ISO 14 688-1					
Korngrößenverteilung		[mm]	Korngrößenanalyse nach DIN 18 123					
			Schätzung nach Feldansprache		0 - 2	0 - 63		
Dichte	rho	[g/cm³]	Dichtebestimmung nach DIN EN ISO 17892-2 oder DIN 18125-2					
			Schätzung nach Feldansprache		1,6 - 1,8	1,6 - 2,2		
Undränierte Scherfestigkeit	cu	[kN/m²]	Flügelscherversuch nach DIN 4094-4					
			Einaxialer Druckversuch nach DIN 18136					
			Triaxialversuch nach DIN 18 137-2					
			Taschenpenetrometer					
			Schätzung nach Feldansprache		20 - 40	0 - 100		
Wassergehalt	wn	[M-%]	Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1					
			Schätzung nach Feldansprache		20 - 40	5 - 60		
Plastizitätszahl	Ip	[%]	Konsistenzgrenzen nach DIN 18 122-1					
			Schätzung nach Feldansprache		5 - 25	5 - 45*		
Konsistenzzahl	Ic	[-]	Konsistenzgrenzen nach DIN 18 122-1					
			Schätzung nach Feldansprache		0,75 - 1,5	0,5 - 1,5*		
Organischer Anteil	Vgl	[M-%]	Glühverlust nach DIN 18 128					
			Schätzung nach Feldansprache		10 - 20	0 - 100		
Fels			Benennung und Beschreibung nach DIN EN ISO 14 689-1					
Dichte	rho	[g/cm³]	Dichtebestimmung nach DIN EN ISO 17892-2 oder DIN 18125-2					
			Schätzung nach Feldansprache				2,2 - 2,5	2,3 - 2,6
Einaxiale Druckfestigkeit	qu	[MPa]	Abschnitt 4.2.7: Einaxialer Druckversuch nach DGGT-Empfehlung Nr. 1				~5***	~ 60***
			Punktlastversuch nach DGGT-Empfehlung Nr. 5					
			Taschenpenetrometer					
			Schätzung nach Feldansprache (Tabelle 5)				3 - 20	40 - 80

Anmerkung 1	nz: nicht zutreffend
Anmerkung 2	* für nichtbindige Bodenarten nicht zutreffend
Anmerkung 3	** für bindige Bodenarten nicht zutreffend
Anmerkung 4	*** nur bei BK 1 bestimmbar

Anlage 6

Analysenprotokolle
(Prüfberichte des Chemischen Labors)

BVU

Bioverfahrenstechnik und
Umweltanalytik GmbH

Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach
Tel. 08392/921-0
Fax 08392/921-30
bvu@bvu-analytik.de

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

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

Analysenbericht Nr.	275/0523	Datum:	18.12.2015

Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: BWU GbR - Boden-Wasser-Untergrund		
Herkunft der Probe	: Neubaugebiet Birkhof, Deggingen	Kst.-Stelle	:
Projekt	: Neubaugebiet Birkhof, Deggingen	Projekt-Nr.	: 2-15-169
Entnahmestelle	:	Art der Probenahme	: PN 98
Art der Probe	: Boden	Probenehmer	: Herr Dr. Schünke, BWU
Entnahmedatum	: 14.12.2015	Probeneingang	: 15.12.2015
Originalbezeich.	: BS20 Oberboden		
Probenbezeich.	: 275/0523	Untersuch.-zeitraum	: 15.12.2015 – 18.12.2015

Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz (VwV +DepV)

Parameter	Einheit	Messwert		Methode
Trockensubstanz	[%]	66,9		DIN 38 414 - S2
Glühverlust	[Masse %]	16,5		DIN EN 15169
TOC	[Masse %]	6,87		DIN EN 13137
Arsen	[mg/kg TS]	17		EN ISO 11885
Blei	[mg/kg TS]	32		EN ISO 11885
Cadmium	[mg/kg TS]	0,79		EN ISO 11885
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	30		EN ISO 11885
Kupfer	[mg/kg TS]	23		EN ISO 11885
Nickel	[mg/kg TS]	24		EN ISO 11885
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,13		DIN EN ISO 12846
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4		DIN 38 406 - E 26
Zink	[mg/kg TS]	123		EN ISO 11885
Aufschluß mit Königswasser				EN 13657
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5		DIN 38 409 – S17
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30		DIN EN 14039
MKW (C10 – C40	[mg/kg TS]	< 50		DIN EN 14039
Extrahierb. lipoph. St.	[Masse %]	< 0,02		LAGA-RL KW/04
Cyanid (ges.)	[mg/kg TS]	0,88		DIN EN ISO 17380:11

Polychlorierte Biphenyle (PCB), BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert		Methode
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01		
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01		
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01		
PCB 118	[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		
PCB Gesamt (DIN):	**[mg/kg TS]**	**n.n.**		DIN EN 15308
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,1		
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,1		
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,1		
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,1		
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,1		
Iso-Propylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,1		
Styrol	[mg/kg TS]	< 0,1		
BTXE Gesamt:	**[mg/kg TS]**	**n.n.**		HLUG, HB. AL B7,4
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		
LHKW Gesamt:	**[mg/kg TS]**	**n.n.**		HLUG, HB. AL B7,4
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04		
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04		
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04		
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04		
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,05		
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04		
Fluoranthen	[mg/kg TS]	0,08		
Pyren	[mg/kg TS]	0,1		
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,08		
Chrysen	[mg/kg TS]	0,13		
Benzo(b)fluoranthen	[mg/kg TS]	0,06		
Benzo(k)fluoranthen	[mg/kg TS]	0,04		
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,1		
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04		
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/kg TS]	0,07		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04		
Σ PAK (EPA Liste):	**[mg/kg TS]**	**0,71**		DIN ISO 18287

Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat (VwV + DepV)

Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

Parameter	Einheit	Messwert		Methode
pH-Wert	[-]	7,85		DIN 38 404 - C5
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	190		EN 27 888
Arsen	[µg/l]	< 5		EN ISO 11885
Antimon	[µg/l]	< 5		EN ISO 11885
Barium	[µg/l]	14		EN ISO 11885
Blei	[µg/l]	< 10		EN ISO 11885
Cadmium	[µg/l]	< 1		EN ISO 11885
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 10		EN ISO 11885
Kupfer	[µg/l]	< 10		EN ISO 11885
Molybdän	[µg/l]	< 10		EN ISO 11885
Nickel	[µg/l]	< 10		EN ISO 11885
Selen	[µg/l]	< 5		EN ISO 11885
Quecksilber	[µg/l]	< 0,2		DIN EN ISO 12846
Thallium	[µg/l]	< 1		DIN 38 406 - E 26
Zink	[µg/l]	< 10		EN ISO 11885
Phenolindex	[µg/l]	< 10		DIN EN ISO 14402
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5		EN ISO 14403
Cyanid (lf.)	[µg/l]	< 5		EN ISO 14403
Chlorid	[mg/l]	< 2		EN ISO 10304
Sulfat	[mg/l]	6		EN ISO 10304
gelösten Feststoffe	[mg/l]	91		DIN 38 409-1
DOC	[mg/l]	9,6		DIN EN 1484
Fluorid	[mg/l]	< 0,5		EN ISO 10304-1

Markt Rettenbach, den 18.12.2015

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele

BVU

Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH

Probenbegleitprotokoll (gemäß DIN 19747:2009-07-30)

Nummer der Feldprobe: BS20 Oberboden
Tag und Uhrzeit der Probenahme:
Probenahmeprotokoll-Nr: .....

Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe)

Nummer der Laborprobe: 275/0523.
Tag und Uhrzeit der Anlieferung: 15.12.2015
Probenahmeprotokoll: O ja ⊗ nein

Ordnungsgemäße Probenanlieferung: ja.
Probengefäß:PE-Eimer Transportbedingungen (z. B. Kühlung).....
separierte Fraktion (z. B. Art, Anteil, separate Teilprobe): nein
Kommentierung:.....
Größe der Laborprobe: Volumen [l]:5. oder Masse [kg]: .....

Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe)
Sortierung: O ja ⊗ nein separierte Stoffgruppen:

Teilung / Homogenisierung:
- O fraktionierendes Teilen
- ⊗ Kegeln und Vierteln
- O Cross-Riffling
- O Sonstige:

Rückstellprobe:
- ⊗ Ja O Nein:

Herstellung der Prüfprobe

Vorkleinerung: ⊗ ja	O nein	Feinkleinerung: ⊗ ja	O nein
Teilmassen [3 kg]:		Teilmassen [0,3 kg]	
⊗ Backenbrecher		⊗ Kugelmühle	
O Schneidemühle		O Mörsermühle	
O Bohrmeisel / Meisel		⊗ Endfeinheit 0,15 mm	
O Sonstige:		O Endfeinheit ____ mm	

Trocknung:
- ⊗ 105° C O Lufttrocknung:

15.12.2015
Datum

Jonathan Schwarz
Bearbeiter

Erklärung der Untersuchungsstelle

1.

Untersuchungsinstitut: Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH

Anschrift: Gewerbestr. 10

87733Markt Rettenbach

Ansprechpartner: Herr Engelbert Schindele

Telefon/Telefax: 08392/9210

eMail: bvu@bvu-analytik.de

Prüfbericht – Nr.: 275/0523

Prüfbericht Datum: 18.12.2015

Probenahmeprotokoll nach PN 98 liegt vor: ☐ ja ☒ nein

Auftraggeber: BWU GbR - Boden-Wasser-Untergrund

Anschrift: Dettinger Str. 146

73230 Kirchheim / Teck

3.

Sämtliche gemessenen und im Untersuchungsbericht aufgeführten Parameter wurden nach den in Anhang 4 der geltenden DepV vorgegebenen Untersuchungsmethoden durchgeführt

☒ ja ☐ teilweise

Gleichwertige Verfahren angewandt ☐ nein ☐ ja

Parameter/Normen:

☐ Behördlicher Nachweis über die Gleichwertigkeit der angewandten Methoden liegt bei.

Das Untersuchungsinstitut ist für die im Bericht aufgeführten Untersuchungsmethoden

nach DIN EN ISO/IEC 17025, Ausgabe August 2005, 2. Berichtigung Mai 2007 akkreditiert ☒

nach dem Fachmodul Abfall von Behörde notifiziert ☐

Es wurden Untersuchungen von einem Fremdlabor durchgeführt ☐ ja ☒ nein

Parameter:

Untersuchungsinstitut:

Anschrift:

Akkreditierung DIN EN ISO/IEC 17025 ☐ Notifizierung Fachmodul Abfall ☐

4.

Markt Rettenbach, 18.12.2015
Ort, Datum

Unterschrift des Untersuchungsstelle
(Laborleiter)

Institut für
Hydrogeologie
und Umweltgeologie
Baugrunduntersuchungen

Anlage:	7
Datum:	25.02.2016
Bearbeiter:	Dr. M. Schünke
Projekt-Nr.:	2-15-169

Gegenüberstellung
Analysenergebnisse <--> Zuordnungswerte VwV*

Projekt:
Neubaugebiet "Birkhof", Deggingen

Labornummer		275/0523				
Datum Probenahme		14.12.2015				
Bezeichnung		Oberboden				
Material		Boden				
Anzahl Einzelproben		12				
Tiefe	(m)	0-0,15				
Bodenart	(S/U/T)	U				
Ausnahme	(IIIA/*)					

Zuordnungswerte
*Verwaltungsvorschrift „Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial“ des Umweltministeriums Baden-Württemberg vom 14.03.2007

Parameter	[Einheit]					Z 0 Sand	Z 0 Schluff	Z 0 Ton	Z 0* IIIA	Z 0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
Feststoff		Analysenergebnisse				Tab. 6 - 1					Zuordnungswerte		
Arsen	[mg/kg]	17				10	15	20	15/20[3]		45	45	150
Blei	[mg/kg]	32				40	70	100	100	140	210	210	700
Cadmium	[mg/kg]	0,79				0,4	1	1,5	1	1	3	3	10
Chrom (ges.)	[mg/kg]	30				30	60	100	100	120	180	180	600
Kupfer	[mg/kg]	23				20	40	60	60	80	120	120	400
Nickel	[mg/kg]	24				15	50	70	70	100	150	150	500
Quecksilber	[mg/kg]	0,13				0,1	0,5	1	1	1	1,5	1,5	5
Thallium	[mg/kg]	1,1				0,4	0,7	1	0,7	0,7	2,1	2,1	7
Zink	[mg/kg]	123				60	150	200	200	300	450	450	1.500
Cyanide (ges.)	[mg/kg]	0,88									3	3	10
EOX	[mg/kg]	< 0,5				1	1	1	1	1	3	3	10
KW (C10 - C22)	[mg/kg]	< 30				100	100	100	100	200	300	300	1.000
KW (C10 - C40)	[mg/kg]	< 50				100	100	100	100	400	600	600	2.000
BTEX	[mg/kg]	n.n.				1	1	1	1	1	1	1	1
LHKW	[mg/kg]	n.n.				1	1	1	1	1	1	1	1
PCB_6	[mg/kg]	n.n.				0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,15	0,15	0,5
PAK_{16}	[mg/kg]	0,71				3	3	3	3	3	3	9	30
Benzo(a)pyren	[mg/kg]	0,1				0,3	0,3	0,3	0,3	0,6	0,9	0,9	3
Eluat													
pH-Wert[1]		7,85				6,5 - 9,5					6,5-9,5	6,0-12	5,5-12
el. Leitfähigkeit[1]	[µS/cm]	190				250					250	1.500	2.000
Chlorid	[mg/l]	< 2				30					30	50	100
Sulfat[2]	[mg/l]	6				50					50	100	150
Arsen	[µg/l]	< 5				-	-	-	14	14	14	20	60
Blei	[µg/l]	< 10				-	-	-	40	40	40	80	200
Cadmium	[µg/l]	< 1				-	-	-	1,5	1,5	1,5	3	6
Chrom (ges.)	[µg/l]	< 10				-	-	-	12,5	12,5	12,5	25	60
Kupfer	[µg/l]	< 10				-	-	-	20	20	20	60	100
Nickel	[µg/l]	< 10				-	-	-	15	15	15	20	70
Quecksilber	[µg/l]	< 0,2				-	-	-	0,5	0,5	0,5	1	2
Zink	[µg/l]	< 10				-	-	-	150	150	150	200	600
Cyanide (ges.)	[µg/l]	< 5				5					5	10	20
Phenolindex	[µg/l]	< 10				20					20	40	100

n.n. = nicht nachweisbar n.a. = nicht analysiert

Auswertung	Z1.1			

>Z 2

DAkkS
Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-17711-01-00

Akkreditierung nach
DIN EN ISO/EC 17025-2000

Die Akkreditierung gilt für die Probenahme von Grundwasser, Fließgewässern, Roh- und Trinkwasser, Abwasser, Böden, kontaminierten Böden, Bodenluft, Abfällen und Stoffen zur Verwertung

Fußnoten und Hinweise:

[1] Eine Überschreitung dieser Parameter allein ist kein Ausschlusskriterium

[2] bei großflächigen Verwertungen von Bodenmaterial mit mehr als 20 mg/l Sulfat im Eluat sind in Gebieten ohne geogen erhöhte Sulfatgehalte im GW grundwassereinzugsbezogene Frachtbetrachtungen anzustellen

[3] Der Wert 15 mg/kg gilt für die Bodenart Sand und Lehm/Schluff. Für die Bodenart Ton gilt 20 mg/kg

Institut für
Hydrogeologie
und Umweltgeologie
Baugrunduntersuchungen

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-17711-01-00

Akkreditierung nach DIN EN ISO/EC 17025-2000

Die Akkreditierung gilt für die Probenahme von Grundwasser, Fließgewässern, Roh- und Trinkwasser, Abwasser, Böden, kontaminierten Böden, Bodenluft, Abfällen und Stoffen zur Verwertung.

Anhang:	7
Datum:	25.02.2016
Bearbeiter:	Dr. M. Schünke
Projekt-Nr.:	2-15-169

Gegenüberstellung
Analysenergebnisse <--> Zuordnungswerte DepV*

Projekt:

Neubaugebiet "Birkhof", Deggingen

*Deponieverordnung (zuletzt geändert 24.2.2012)
Anhang 3 Zulässigkeits- und Zuordnungskriterien
Fußnotenerklärungen s. Beiblatt

Labornummer			275/0523								
Datum Probenahme			14.12.2015								
Probenbezeichnung			Oberboden								
Materialbeschreibung			Boden								
Anzahl Einzelproben			12				Tabelle 2 Zuordnungswerte				
Nr.	Parameter	[Einheit]	Analysenergebnisse				DK 0	DK I	DK II	DK III	REKU[1]
1	organ. Anteil[2]										
1.01	Glühverlust	[M-%]	16,5				≤ 3	≤ 3[3)4)5)]	≤ 5[3)4)5)]	≤ 10[4)5)]	
1.02	TOC	[M-%]	6,9				≤ 1	≤ 1[3)4)5)]	≤ 3[3)4)5)]	≤ 6[4)5)]	
2	Feststoffkriterien										
2.01	Summe BTEX	[mg/kg]	n.n.				≤ 6				
2.02	PCB (7 Kongenere)	[mg/kg]	n.n.				≤ 1				≤ 0,1
2.03	KW (C10-C40)	[mg/kg]	< 50				≤ 500				
2.04	Summe PAK n.EPA	[mg/kg]	0,71				≤ 30				≤ 5[6)]
2.05	Benzo(a)pyren	[mg/kg]	0,1								≤ 0,6
2.06	Säureneutr.kapazität	[mmol/kg]						s.Anmerkung	s.Anmerkung	s.Anmerkung	
2.07	extr. Lip. Stoffe	[M-%]	< 0,02				≤ 0,1	≤ 0,4[5)]	≤ 0,8[5)]	≤ 4[5)]	
2.08	Blei	[mg/kg]	32								≤ 140
2.09	Cadmium	[mg/kg]	0,79								≤ 1,0
2.10	Chrom (ges.)	[mg/kg]	30								≤ 120
2.11	Kupfer	[mg/kg]	23								≤ 80
2.12	Nickel	[mg/kg]	24								≤ 100
2.13	Quecksilber	[mg/kg]	0,13								≤ 1,0
2.13	Zink	[mg/kg]	123								≤ 300
3	Eluatkriterien										
3.01	pH-Wert[1)]	[-]	7,85				5,5 - 13	5,5 - 13	5,5 - 13	4 -13	6,5 - 9
3.02	DOC	[mg/l]	9,6				≤ 50	≤ 50[3)10)]	≤ 80[3)10)11)]	≤ 100	
3.03	Phenole	[mg/l]	<0,01				≤ 0,1	≤ 0,2	≤ 50	≤ 100	
3.04	Arsen	[mg/l]	<0,005				≤ 0,05	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 2,5	≤ 0,01
3.05	Blei	[mg/l]	<0,01				≤ 0,05	≤ 0,2	≤ 1	≤ 5	≤ 0,04
3.06	Cadmium	[mg/l]	<0,001				≤ 0,004	≤ 0,05	≤ 0,1	≤ 0,5	≤ 0,002
3.07	Kupfer	[mg/l]	<0,01				≤ 0,2	≤ 1	≤ 5	≤ 10	≤ 0,05
3.08	Nickel	[mg/l]	<0,01				≤ 0,04	≤ 0,2	≤ 1	≤ 4	≤ 0,05
3.09	Quecksilber	[mg/l]	<0,0002				≤ 0,001	≤ 0,005	≤ 0,02	≤ 0,2	≤ 0,0002
3.10	Zink	[mg/l]	<0,01				≤ 0,4	≤ 2	≤ 5	≤ 20	≤ 0,1
3.11	Chlorid [12)]	[mg/l]	< 2				≤ 80	≤ 1500[13)]	≤ 1500[13)]	≤ 2500	≤ 10[14)]
3.12	Sulfat[12)]	[mg/l]	6				≤ 100[15)]	≤ 2000[13)]	≤ 2000[13)]	≤ 5000	≤ 50[14)]
3.13	Cyanide leicht fr.	[mg/l]	<0,005				≤ 0,01	≤ 0,1	≤ 0,5	≤ 1	
3.14	Fluorid	[mg/l]	<0,5				≤ 1	≤ 5	≤ 15	≤ 50	
3.15	Barium	[mg/l]	0,014				≤ 2	≤ 5[13)]	≤ 10[13)]	≤ 30	
3.16	Chrom	[mg/l]	<0,01				≤ 0,05	≤ 0,3	≤ 1	≤ 7	≤ 0,03
3.17	Molybdän	[mg/l]	<0,01				≤ 0,05	≤ 0,3[13)]	≤ 1[13)]	≤ 3	
3.18a	Antimon [16)]	[mg/l]	<0,005				≤ 0,006	≤ 0,03[13)]	≤ 0,07[13)]	≤ 0,5	
3.18b	Antimon CO[16)]	[mg/l]					≤ 0,1	≤ 0,12[13)]	≤ 015[13)]	≤ 1	
3.19	Selen	[mg/l]	<0,005				≤ 0,01	≤ 0,03[13)]	≤ 0,05[13)]	≤ 0,7	
3.20	gelöste Feststoffe	[mg/l]	91				400	3000	6000	10.000	
3.21	el. Leitfähigkeit[1)]	[µS/cm]	190								≤ 500
	Auswertung		>DKIII								

n.n . = nicht nachweisbar; n.a. = nicht analysiert

1) In Gebieten mit naturbedingt oder großflächig siedlungsbedingt erhöhten Schadstoffgehalten in Böden ist eine Verwendung von Bodenmaterial aus diesen Gebieten zulässig, welches die Hintergrundgehalte des Gebietes nicht überschreitet, sofern die Funktion der Rekultivierungsschicht nicht beeinträchtigt wird.
2) Nummer 1.01 kann gleichwertig 2U Nummer 1.02 angewandt werden.
3) Eine Überschreitung des Zuordnungswertes ist mit Zustimmung der zuständigen Behörde bei Bodenaushub (Abfall schlüssel 17 OS 04und 200202 nach der Anlage zur Abfal1verzeichnis-Verordnung) und bei Baggergut (Abfallschlussel 170506 nach der Anlage zur Abfallverzeichnis-Verordnung) zulässig, wenn
a} die Überschreitung ausschließlich auf natürliche Bestandteile des Bodenaushubes oder des Baggergutes zurückgeht,
b} sonstige Fremdbestandteile nicht mehr als 5 Volumenprozent ausmachen,
c) auf der Deponie, dem Deponieabschnitt oder dem gesonderten Teilabschnitt eines Deponieabschnitts ausschließlich nicht gefährliche Abfalle abgelagert werden und
d} das Wohl der Allgemeinheit - gemessen an den Anforderungen dieser Verordnung - nicht beeinträchtigt wird.
4) Der Zuordnungswert gilt nicht fur Aschen aus der Braunkohlefeuerung sowie fur Abfälle oder Deponieersatzbaustoffe aus Hochtemperaturprozessen, zu letzteren gehören insbesondere Abfälle aus der Verarbeitung von Schlacke, unbearbeitete Schlacke, Stäube und Schlämme aus der Abgasreinigung von Sinteranlagen, Hochofen, Schachtöfen und Stahlwerken der Eisen- und Stahlindustrie.
5) Gilt nicht für Asphalt auf Bitumenbasis.
6) Bei PAK-Gehalten von mehr als 3 mg/kg ist mit Hilfe eines Säulenversuches nachzuweisen, dass in dem zu erwartenden Sickerwasser ein Wert von 0,20 I-lg/l nicht überschritten wird.
7) Nicht erforderlich bei asbesthaitigen Abfällen und Abfallen, die andere gefährliche Mineralfasern enthalten.
8) Abweichende pH-Werte stellen allein kein Ausschlusskriterium dar. Bei Über- oder Unterschreitungen ist die Ursache zu prüfen. Werden jedoch auf Deponien der Klassen I und 11 gefährliche Abfälle abgelagert, muss deren pH-Wert mindestens 6,0 betragen.
9) Der Zuordnungswert für ODe ist auch eingehalten, wenn der Abfall oder der Deponieersatzbaustoff den Zuordnungswert nicht bei seinem eigenen pH-Wert, aber bei einem pH-Wert zwischen 7,5 und 8,0 einhält.
10) Auf Abfälle oder Deponieersatzbaustoffe auf Gipsbasis nur in den Fällen anzuwenden, wenn sie gemeinsam mit biologisch abbaubaren oder gefährlichen Abfällen abgelagert oder eingesetzt werden.
11} Überschreitungen des DOC bis male. 100 mg/l sind zulässig, wenn auf der Deponie oder dem Deponieabschnitt seit dem 16. Juli 2005 ausschließlich nicht gefährliche Abfälle oder Deponieersatzbaustoffe abgelagert oder eingesetzt werden.
12} Statt der Nummern 3.11 und 3.12 kann Nummer 3.20 angewandt werden.
13} Der Zuordnungswert gilt nicht, wenn auf der Deponie oder dem Deponieabschnitt seit dem 16. Juli 2005 ausschließlich nicht gefährliche Abfälle oder Deponieersatzbaustoffe abgelagert oder eingesetzt werden.
14} Untersuchung entfällt bei Bodenmaterial ohne mineralische Fremdbestandteile.
15} Überschreitungen des Sulfatwertes bis zu einem Wert von 600 mg/l sind zulässig, wenn der Co-Wert der Perkolationsprüfung den Wert von 1 500 mg/I bei l/S =O,11/kg nicht überschreitet.
16) Überschreitungen des Antimonwertes nach Nummer 3.18a sind zulässig, wenn der Co-Wert der PerkolationspnJfung bei *L/S* =O,ll/kg nach Nummer 3.18b nicht überschritten wird.
Anmerkungen bei Überschreitung TOC
Anhang 3 Zulässigkeits- und Zuordnungskriterien Kapitel 2. Zuordnungskriterien für Deponien der Klasse 0, I, 11 oder 111
Abweichend von den Sätzen 3 und 8 gemäß Anhang 3 Kap. 2 der DepV sind Überschreitungen bei den Parametern Glühverlust oder TOC mit Zustimmung der zuständigen Behörde zulässig, wenn die Überschreitungen durch elementaren Kohlenstoff verursacht werden oder wenn
a) der jeweilige Zuordnungswert für den DOC, jeweils unter Berücksichtigung der Fußnoten 9, 10 oder 11 zur Tabelle 2, eingehalten wird,
b) die biologische Abbaubarkeit des Trockenruckstandes der Originalsubstanz von 5 mg/g (bestimmt als Atmungsaktivität - AT4) oder von 20 l/kg (bestimmt als Gasbildungsrate - GB21) unterschritten wird,
c) der Brennwert (Ho) von 6 000 kJ/kg TM nicht überschritten wird, es sei denn, es handelt sich um schwermetallbelastete lonentauscherharze aus der Trinkwasserbehandlung,
d) es sich bei Ablagerung auf Deponien der Klasse 0 um Boden und Baggergut handelt und ein TOC von 6 Masseprozent nicht überschritten wird und
e) der Abfall nicht für den Bau der geologischen Barriere verwendet wird.
Anmerkungen zur Säureneutralisationskapazität Nr. 2.06
muss bei gefährlichen Abfällen ermittelt werden, Ausnahme siehe oben Fußnote 7)

Fotodokumentation Bohrung BK 1