

Ing.-Büro Voigtmann · Brückenstr. 11/1 · 71364 Winnenden

Stadtverwaltung Weinstadt
Stadtplanungsamt
Poststr. 17
71384 Weinstadt

Ort
Winnenden
Datum
08.10.2019

Gutachten-Nr.

17119

Auftraggeber Stadtverwaltung Weinstadt, Stadtplanungsamt

Projekt Bebauungsplan "Furchgasse" in Weinstadt-Schnait

Bauherr Stadt Weinstadt

Beurteilung der Baugrundverhältnisse mittels 10 Kleinbohrungen

Bearbeiter Harald Voigtmann, Dipl.-Geologe

Verteiler AG (3x), vorab per E-Mail

Inhaltsverzeichnis I**Seite**

1. Vorbemerkung	1
2. Durchgeführte Untersuchungen	1
3. Topografische Situation	2
4. Geologische Verhältnisse	3
4.1 Allgemeine Geologie	3
4.2 Auffüllung (A).....	4
4.3 Auelehm (AL)	4
4.4 Sumpfton (ST).....	4
4.5 Bindiger Talsand (TS).....	5
4.6 Talkiese (TK).....	5
4.7 Talschutt (TSch).....	5
4.8 Hanglehm (HL).....	6
4.9 Hangschutt (HS).....	6
4.10 Verwitterungslehm (VL)	6
4.11 Verwitterter Gipskeuper (km1v)	7
4.12 Bodenklassen nach DIN 18 196	7
4.13 Schichtgrenzen.....	8
5. Hydrogeologische Verhältnisse	10
6. Sickerversuche	11
7. Ergebnis der Laboruntersuchungen	13
7.1 Bodenmechanische Kennwerte	13
7.2 Wasserdurchlässigkeiten.....	16
7.3 Bodenklassen gem. DIN 18 300	17
7.4 Bodenklassen gem. DIN 18 319 und DIN 18 301	19
7.5 Frostempfindlichkeit, Schrumpfeempfindlichkeit	20
7.6 Angaben zum Bindemittelbedarf.....	21
7.7 Homogenbereiche nach VOB Teil C.....	22
7.8 Chemische Analyse der Bodenmischproben	23
7.8.1 Bewertungsgrundlagen.....	23
7.8.2 Analysenergebnisse	24
7.8.3 Bewertung der Analysenergebnisse	27

Inhaltsverzeichnis II

Seite

8. Auswertung im Hinblick auf die Aufgabenstellung - Kanal/Straße	28
8.1 Kanalbau	28
8.1.1 Rohrauflager	31
8.1.2 Kanalgrabenböschungen.....	31
8.1.3 Verfüllung der Leitungsgräben	32
8.1.4 Wasserhaltung.....	34
8.2 Straßenbau.....	34
9. Auswertung im Hinblick auf die Aufgabenstellung - Gebäude.....	36
9.1 Angaben zu den Bauwerken	36
9.1.1 Gründungsmöglichkeiten für nichtunterkellerte Gebäude	36
9.1.2 Gründungsmöglichkeiten für unterkellerte Gebäude	38
9.1.3 Erdbebenkräfte	40
9.1.4 Aufbau unter den Bodenplatten	40
9.1.5 Maßnahmen zum Schutz gegen Grundwasser.....	41
9.1.6 Baugrubenböschungen	43
9.1.7 Wasserhaltung.....	44
9.1.8 Wasserrechtliche Gesichtspunkte.....	44
9.1.9 Aushub der Bodenklasse 6 und 7	44
9.1.10 Entsorgung von Aushubmaterial	45
10. Auswertung im Hinblick auf die Aufgabenstellung - Versickerung	45
11. Schlussbemerkung.....	47

Anlagenverzeichnis	Anlage
Lageplan des Untersuchungsgebiets	1
Lage der Untersuchungspunkte	2
Kleinbohrungen BS 1 bis BS 10 (Schichtenverzeichnisse, Säulenprofile)	3-12
Daten zu den Sickerversuchen SV 1 und SV 2	13
Ergebnisse der Laboruntersuchungen, Angabe der wahrscheinlichen Bodenkennwerte, Auswertung der Korngrößenverteilung	14-19
Analysenergebnisse Bodenmischprobe	20-21
Analysenergebnisse Grundwasserprobe	22
Klassifikation von Böden nach DIN 18 301-2006	23
Geologische Schnitte 1 und 2	24-27

1. Vorbemerkung

Die Stadt Weinstadt plant im Stadtteil Schnait die Erschließung des Wohngebiets "Furchgasse". Hier sollen Ein- und Mehrfamilienhäuser zur Ausführung kommen. Die Gesamtfläche des Bebauungsplans beträgt 1,67 ha, wobei in der Nordwestecke noch eine Retentionsfläche und ein Spielplatz vorgesehen sind. In diesem Zusammenhang wurde mein Büro durch das Stadtplanungsamt der Stadt Weinstadt, mit Auftragsschreiben v. 16.05.2019, damit beauftragt, die notwendigen Untersuchungen zur Erkundung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet durchzuführen und das Ergebnis in einem Gutachten zu dokumentieren.

Zur Ausarbeitung des Gutachtens wurden mir folgende Planunterlagen zur Verfügung gestellt (Planverfasser Pläne a) und b): roosplan, Königsberger Str. 4 in 71522 Backnang).

- | | | | | |
|----|---|---|-----------------|-------------------|
| a) | 1 | Bebauungsplan "Furchgasse"
Städtebaulicher Entwurf
Stadt Weinstadt - OT Schnait, Plan-Nr.18.035 | Maßstab 1 : 500 | Datum: 20.02.2019 |
| b) | 1 | Bebauungsplan "Furchgasse"
Vorentwurf zur frühzeitigen Beteiligung
Stadt Weinstadt - OT Schnait, Plan-Nr.18.035 | Maßstab 1 : 500 | Datum: 09.05.2019 |

2. Durchgeführte Untersuchungen

Zur Beurteilung der Untergrundverhältnisse wurden am 14., 15., 16. und 19.08.2019 insgesamt zehn Kleinbohrungen (BS 1 bis BS 10) mit einem Bohrdurchmesser zwischen 36 und 50 mm bis in Tiefen zwischen 3,00 und 10,80 m unter OK Gelände abgeteuft. In den Endtiefen war teilweise aufgrund der hohen Festigkeit des anstehenden Bodens kein weiterer Bohrfortschritt mehr zu erzielen. Zwei der Kleinbohrungen befinden sich im Bereich der geplanten Retentionsfläche. Hier wurde am 14. und 15.08.2019 jeweils ein Sickerversuch zur Abschätzung der Durchlässigkeit des Untergrunds ausgeführt. Die Bohrlöcher wurden nach der Aufnahme des geologischen Profils und der Entnahme von Bodenproben sowie einer Grundwasserprobe mit einer abdichtenden Zement-Bentonit-Suspension verschlossen.

Da das Erschließen von Grundwasser bzw. eine Bohrtiefe von über 10 m nicht ausgeschlossen werden konnten, wurden die Bohrungen am 21.05.2019 bei den zuständigen Behörden angezeigt und mit Schreiben v. 13.06.2019 genehmigt. Hinsichtlich dem Verlauf

von unterirdischen Leitungen im Untersuchungsgebiet wurden bei der Telekom in Stuttgart, bei der Netze BW GmbH in Stuttgart und bei den Stadtwerken Weinstadt Leitungspläne eingeholt.

Zur Bestimmung der erforderlichen erdstatischen Kennwerte wurden die entnommenen Bodenproben im Laboratorium beschrieben und ergänzend - sofern möglich - der Penetrometerwiderstand und die Scherfestigkeit mit der Laborflügelsonde bestimmt. An zwölf ausgewählten Bodenproben wurde zunächst der natürliche Wassergehalt mittels Ofentrocknung nach DIN 18 121 ermittelt. Des Weiteren erfolgte an sechs dieser Bodenproben zur Bodenansprache bzw. zur Bestimmung der Bodenart und Konsistenz die Konsistenzgrenzenbestimmung nach ATTERBERG nach DIN 18 122 und an drei Proben die Ermittlung der Korngrößenverteilung nach DIN 18 123. Aus den Laboruntersuchungen wurde auf Rechenwerte für Feuchtdichte, Kohäsion, Reibungswinkel und Steifeziffer rückgeschlossen.

Aus einer Kleinbohrung wurde mit einer Handsaugpumpe eine Grundwasserprobe entnommen, dem chemischen Labor Analytik-Team in Fellbach überbracht und dort nach DIN 4030 auf Betonaggressivität untersucht.

Die Einmessung der Untersuchungsstellen nach ihrer Lage (nicht Gauß-Krüger-Koordinaten) und Höhe erfolgte durch mein Büro, wobei als Bezugspunkt für das Nivellement die Fußbodenhöhe der Garage von Gebäude Wiesentalstraße 103 mit einer Höhe von 255,03 m NN diene. Die Höhe der Untersuchungspunkte wurde dann auf Fünfer- bzw. Zehnerzentimeter gerundet.

3. Topografische Situation

Das geplante Neubaugebiet "Furchgasse" hat eine Größe von 1,67 ha und befindet sich am südlichen Rand des Stadtteils Schnait der Stadt Weinstadt. Die zur Wohnbebauung vorgesehene Fläche grenzt im Norden an die Gebäude Buchhaldenstraße 38 und 40 sowie an eine private Grünfläche, im Osten an die Buchhaldenstraße, im Süden an die Flst.-Nr. 3115 und im Westen an die Wiesentalstraße bzw. den Feldweg mit der Flst.-Nr. 3149/1. Zum Untersuchungszeitpunkt befand sich auf der Fläche eine Wiese, in der Südostecke auch ein kleiner Weinberg. Nach dem Bebauungsplan grenzt zudem in der Nordwestecke eine Grünfläche an das Neubaugebiet, welche zur Retention bzw. als Spielfläche genutzt werden soll. Morphologisch gesehen handelt es sich bei dem Untersuchungsgebiet um die Talaue des Beutelsbachs, die nach Osten zu in den Talhang bzw. in den Schwemmfächer

eines kleinen, seitlichen Zulaufs übergeht. Die Höhenlage der Untersuchungspunkte schwankt zwischen 253,75 m NN in den Kleinbohrungen BS 1 und BS 2, im Bereich der Retentions- und Spielfläche gelegen, und 260,20 m NN in dem in der Südostecke gelegenen Punkt BS 10. Somit ergibt sich ein max. Höhenunterschied von 6,45 m. Die Hangneigung variiert zwischen ca. 2° im nordwestlichen und max. ca. 9,5° im südöstlichen Baugebietsbereich.

4. Geologische Verhältnisse

4.1 Allgemeine Geologie

Im Untersuchungsbereich bzw. im Umfeld der Kleinbohrungen ist nach der geologischen Karte, Blatt "GK 7222 Plochingen" (Ausschnitt s. Anlage 1/2) mit vorwiegend sandigen Ablagerungen in den Talauen und hangseitig mit abgeglittenen Schuttmassen des Gipskeupers zu rechnen. In den Aufschlussbohrungen können die Angaben prinzipiell bestätigt werden. Unter teilweise aufgefülltem, humosem Oberboden in einer Mächtigkeit zwischen 0,2 und 0,7 m oder unter aufgefülltem Material wurden Hanglehm, Hangschutt, Verwitterungslehm, Auelehm, Sumpfton, bindiger Talsand, Talkiese und Talschutt über Verwitterungsschichten des Gipskeupers bis in die Erkundungstiefe zwischen 3,0 und 10,8 m unter OK Gelände aufgeschlossen.

Im Einzelnen handelt es sich in den Aufschlüssen (BS = Kleinbohrung) um die nachfolgend aufgeführten Schichten (den verschiedenen Schichten wurden zur besseren Übersicht Schichtkürzel zugeordnet, s. auch geologische Säulenprofile in den Anlagen 3 bis 12; Bodenklassen nach DIN 18 300):

- Quartäre Auffüllung (A)	(Bodenklasse 1, 3	BS 10)
- Quartärer Auelehm (AL)	(Bodenklasse 4, 5	BS 1, BS 2, BS 3, BS 4, BS 5 u. BS 7)
- Quartärer Sumpfton (ST)	(Bodenklasse 4, 5	BS 4, BS 5 u. BS 9)
- Quartärer bindiger Talsand (TS)	(Bodenklasse 4,	BS 2 u. BS 9)
- Quartäre Talkiese (TK)	(Bodenklasse 3, 4	BS 1, BS 2, BS 4, BS 5, BS 7 u. BS 9)
- Quartärer Talschutt (TSch)	(Bodenklasse 3, 4	BS 3, BS 4 u. BS 7)
- Quartärer Hanglehm (HL)	(Bodenklasse 4, 6	BS 4, BS 5, BS 6, BS 7, BS 8 u. BS 9)
- Quartärer Hangschutt (HS)	(Bodenklasse 4, 6	BS 6 u. BS 8)
- Quartärer Verwitterungslehm (VL)	(Bodenklasse 4	BS 5, BS 8, BS 9 u. BS 10)
- Triassischer verwitt. Gipskeuper (km1v)	(Bodenklasse 4, 6	BS 3, BS 4, BS 5, BS 9 u. BS 10)

4.2 Auffüllung (A)

Auffüllung trat lediglich zuoberst in der Kleinbohrung BS 10 auf. Es handelt sich hierbei um 0,2 m mächtigen, humosen Oberboden und eine Bodenstabilisierung mittels 0,1 m mächtiger Schotterschicht aus Sandsteinen.

4.3 Auelehm (AL)

Vor allem in den nördlichen Untersuchungspunkten tritt im Liegenden des humosen Oberbodens oder des Hanglehms der Auelehm in Erscheinung. In der etwas südlich gelegenen BS 7 kann dies auch unterhalb von Sumpfton der Fall sein. Petrographisch gesehen ist der Auelehm überwiegend als schwach toniger bis toniger Schluff mit wechselnden Sand- und Kiesanteilen zu beschreiben. Untergeordnet treten auch schluffige Tone mit Sandanteilen oder stark schluffige und schwach tonige Sande in Erscheinung. Bereichsweise zeigen die Böden schwach hochplastische Eigenschaften. Die Konsistenz der bindigen bis gemischtkörnigen Ablagerungen war am Untersuchungstag weich oder halbfest bis steif-halbfest. Dementsprechend konnten stärkere Durchfeuchtungen bis Durchnässungen oder eine mäßige Durchfeuchtung festgestellt werden. Die Farbe des Auelehms ist ein braun, teils mit rötlichen oder rostigen Nuancen. Schwarze Schlieren sind ebenfalls zu erwähnen, ebenso wie Kohle-, Wurzel- oder Ziegelreste.

4.4 Sumpfton (ST)

Im Bereich der Kleinbohrungen BS 5, BS 7 und BS 9, also im südwestlichen Untersuchungsbereich, streicht im Liegenden des Hanglehms bzw. des Auelehms ein organogener Boden aus, der als Sumpfton zu deuten ist. Dieser auffällig dunkelbraun bis schwarz gefärbte Boden weist neben den organischen Bestandteilen in feinsten Verteilung Schluffe und Tone sowie teilweise auch geringe Sandanteile auf. Es können auch gröbere Pflanzenreste und Kalkmudde beobachtet werden. Die Konsistenzen dieses Bodens schwankten zwischen steif-halbfest und weich. Es treten mäßige bis stärkere Durchfeuchtungen, teils auch Vernässungen, auf. Lagenweise zeichnet sich der Sumpfton durch schwach hochplastische Eigenschaften aus.

4.5 Bindiger Talsand (TS)

In den westlichen Untersuchungspunkten BS 2 und BS 9 folgt unterhalb der Talkiese bzw. des Sumpftons ein Talsand mit bindigen Anteilen. Er setzt sich aus schluffigen bis stark schluffigen Sanden mit Kies- oder leichtem Tonanteil oder auch aus sandigen Schluffen mit geringem Kiesanteil zusammen. Farblich tritt er in einem Braun, Dunkelbraun, Rotbraun oder in einem Grau in Erscheinung. Der bindige Talsand ist grundwasserführend und lediglich von weicher Konsistenz.

4.6 Talkiese (TK)

In den meisten, in der Talaue gelegenen Kleinbohrungen treten kiesige Ablagerungen innerhalb der fluviatilen Schichtenfolge auf. Es handelt sich um Sande und Kiese mit wechselnden Schluff-, gelegentlich auch Tonanteilen. Die Kiese sind als gerundete bis kantengerundete Keupersandsteine zu identifizieren. Bei einem bindigen Anteil von über 15 Gew.-% kann die Rede von gemischtkörnigen Ablagerungen sein. Diese zeigten Konsistenzen zwischen weich und halbfest. Bei einem Feinkornanteil unter 15 Gew.-% kann von rolligen Böden ausgegangen werden, welche nach dem Bohrfortschritt zu urteilen eine mitteldichte bis max. mitteldicht-dichte Lagerung aufweisen. Die Talkiese stellen größtenteils den örtlichen Aquifer dar und sind dann als nass bis feucht-nass zu beschreiben. In einem Fall konnte lediglich eine mäßige Durchfeuchtung beobachtet werden. Sie sind in verschiedenen Grau- und Brauntönen gefärbt, lagenweise mit rötlichen oder gelblichen Einflüssen.

4.7 Talschutt (TSch)

Als weiteres fluviatiles Sediment des Beutelsbachs ist der Talschutt zu erwähnen. Er wird durch Sand-, Dolomit- oder Tonsteine der umliegenden Keuperberge aufgebaut, vorliegend in Sand- oder Kiesgröße und eingebettet in eine schluffig-tonige Matrix. Im Gegensatz zu den Talkiesen weisen die grobkörnigen Komponenten keine Rundung auf, was auf kürzere Transportwege schließen lässt. Der braun, rötlich braun, ocker, grau oder graugrün gefärbte Talschutt ist als gemischtkörnige bis bindige Ablagerung anzusehen. Seine Konsistenz reichte am Tage meiner Untersuchungen von breiig bis fest. Hinsichtlich des natürlichen Wassergehalts konnten erdfeuchte, feuchte oder auch nasse Ansprachen festgehalten werden. Lagenweise fungiert der Talschutt somit auch als Grundwasserleiter.

4.8 Hanglehm (HL)

In der Bebauungsfläche ist mit Ausnahme der nordwestlichen und der südöstlichen Ecke unter dem humosen Oberboden zunächst mit dem Ausstrich von Hanglehm zu rechnen. Diese braun, beige, rötlich braun, bunt, grau oder schwarz gefärbten Schichten traten in den Bohrkernen erdfeucht bis max. leicht durchfeuchtet in Erscheinung. Die Konsistenzen waren in der Hauptsache zwischen steif und halbfest angesiedelt. Was die Korngrößenverteilung anbelangt, so kann die Rede von schluffigen bis stark schluffigen Tonen mit variierenden Sand- und Kiesanteilen sein. Die grobkörnigen Komponenten werden durch Sand- oder Schluffsteine des Keupers aufgebaut. In einem Fall trat auch ein schluffiger Kies auf, der als gemischtkörniger Boden zu verstehen ist. Weiterhin sind Kohle- und Manganreste zu erwähnen.

4.9 Hangschutt (HS)

In dem hangseitigen Bereich der Kleinbohrungen BS 6 und BS 8 kann unterhalb des Hanglehms oder innerhalb des Verwitterungslehms ein kiesig-steiniger Boden, teils mit tonigen Anteilen, beobachtet werden. Dieser ist als Hangschutt zu deuten. Seine Farben sind Braun, Beige, Ocker oder Graubraun. Bei den grobkörnigen Komponenten handelt es sich um Stubensandsteine, welche z.T. sandig aufgewittert sind. Die bindigen Komponenten zeigten eine steife Konsistenz. Bezüglich des natürlichen Wassergehalts kann eine mäßige bis deutlichere Durchfeuchtung festgehalten werden.

4.10 Verwitterungslehm (VL)

Der Verwitterungslehm tritt meistens im Übergangsbereich zu den Gipskeuperschichten auf, und zwar im Bereich der Kleinbohrungen BS 5, BS 8, BS 9 und BS 10. Seine Zusammensetzung betreffend kann er als schluffiger bis stark schluffiger Ton mit geringen bis deutlichen Sand- und Kiesanteilen, als toniger Schluff mit Kiesanteil oder auch als schluffiger Sand mit geringem Sand- und Kiesanteil beschrieben werden. Schluff- und Tonsteine des Gipskeupers bilden die Kiesanteile. Farblich gesehen sind rötliche, grünliche und bräunliche Farbtöne zu erwähnen. Der Verwitterungslehm wurde mäßig durchfeuchtet bis durchnässt angetroffen. Seine Konsistenzen schwankten zwischen weich und halbfest.

4.11 Verwitterter Gipskeuper (km1v)

Als unterstes Schichtglied konnte in den Kleinbohrungen BS 3 bis BS 5, BS 9 und BS 10 der verwitterte Gipskeuper aufgeschlossen werden. Dieser setzt sich aus verwitterten Schluffsteinen zusammen, welche hauptsächlich als Schluff-Ton-Gemische mit unterschiedlich hohen Anteilen an Sanden und Kiesen näher zu kennzeichnen sind. Es wurden aber auch schwach schluffige bis stark schluffige Kiese, teilweise mit einem Sand- oder auch Tonanteil, angetroffen. Diese stellen einen gemischtkörnigen Boden dar. Der verwitterte Gipskeuper ist in den typischen grünlichen und rötlichen Grautönen, manchmal auch in einem Grau oder Beige, gefärbt. Hinsichtlich des natürlichen Wassergehalts konnte eine feuchte, erdfeuchte oder trockene Ansprache festgehalten werden. Demzufolge traten auch stark unterschiedliche Konsistenzen auf, sie reichten von steif bis fest.

4.12 Bodenklassen nach DIN 18 196

Nach der optischen Einschätzung und den ausgeführten Laboruntersuchungen (**Fett-druck**) handelt es sich gem. DIN 18 196 bei den einzelnen Böden um die in nachfolgender Tab. 1 dargestellten Bodenarten.

Schicht	Bodenklasse nach DIN 18 196
Auffüllung	OH, OU/OT, GU, GW
Auelehm	OU, TL, ST*/TL, SU*, SU*/ST*/UM, ST*/GU*, UM/SU*, UM
Sumpfton	OT, UM/OU, OT/TM, OU
Bindiger Talsand	SU*
Talkies	SU*, SU*/SU, GU*, GU
Talschutt	GU*, SU/SU*, UM/GU*, UM
Hanglehm	UL/TL, ST*/UL, UM, UM/UL, TM, UM/TM, UM/SU*, GU*
Hangschutt	UM/GU*
Verwitterungslehm	UM, SU*, SU*/UM
Verwitterter Gipskeuper	GU*, UM, UL
SU (schluffiger Sand, bA kl. 0.063 mm 5-15 Gew.%); GU (schluffiger Kies, bA kl. 0.063 mm 5-15 Gew.%); SU* (stark schluffiger Sand, bA kl. 0.063 mm 15-40 Gew.% ermittelt 22,8 Gew.%); ST* (stark toniger Sand, bA kl. 0,063 mm 15-40 Gew.%); GU* (stark schluffiger Kies, bA kl. 0.063 mm 15-40 Gew.%); GT* (stark toniger Kies, bA kl. 0.063 mm 15-40 Gew.%); UL (leichtplastischer Schluff); TL (leichtplastischer Ton); UM (mittelpastischer Schluff); TM (mittelpastischer Ton). bA bindige Anteile	
Tab. 1 : Bodenklassen nach DIN 18 196	

4.13 Schichtgrenzen

In den nachfolgend dargestellten Tab. 2.1 und 2.2 sind für die einzelnen geologischen Schichten die Untergrenzen in m unter Gelände, in m NN sowie ihre Mächtigkeiten in den Untersuchungspunkten aufgeführt. In der Endtiefe war, bei zunehmender Festigkeit der Schichten, in den meisten Fällen kein wesentlicher Bohrfortschritt mehr zu erzielen. Über die verwendeten Abkürzungen können die Schichten auch den Bohrprofilen in den Anlagen 3 bis 12 zugeordnet werden.

Punkt	Höhe m NN	Humoser Oberboden (Mu), Auffüllung (A)			Auelehm (AL), Sumpfton (ST), bindiger Talsand (TS), Talkies (TK), Talschutt (TSch), Hanglehm (HL), Hangschutt (HS), Verwitterungslehm (VL)			Gipskeuper, verwittert (km1v)			Endtiefe	
		Untergrenze		Mächt. m	Untergrenze		Mächt. m	Untergrenze		Mächt. m	Bohrsohle	
		m	m NN		m	m NN		m	m NN		m	m NN
BS 1	253,75	0,60 (Mu)	253,15	0,60	2,40 (AL)	251,35	1,80					
					3,00 (TK)	250,75	0,60	-	-	-	3,00	250,75
BS 2	253,75	0,60 (Mu)	253,15	0,60	2,20 (AL)	251,55	1,60					
					2,40 (TK)	251,35	0,20					
					3,00 (TS)	250,75	0,60	-	-	-	3,00	250,75
BS 3	254,75	0,25 (Mu)	254,50	0,25	4,10 (AL)	250,65	3,85					
					6,70 (TSch)	248,05	2,60	10,50	244,25	3,80	10,50	244,25
BS 4	258,08	0,30 (Mu)	257,78	0,30	2,60 (HL)	255,48	2,30					
					4,30 (AL)	253,78	1,70					
					5,50 (TSch)	252,58	1,20					
					6,40 (TK)	251,68	0,90					
					7,20 (TSch)	250,88	0,80					
BS 5	256,00	0,50 (Mu)	255,50	0,50	9,50 (TK)	248,58	2,30	10,80	247,28	1,30	10,80	247,28
					2,60 (HL)	253,40	2,10					
					2,90 (AL)	253,10	0,30					
					3,80 (ST)	252,20	0,90					
					6,50 (TK)	249,50	2,70					
BS 6	258,80	0,50 (Mu)	258,30	0,50	6,80 (VL)	249,20	0,30	9,00	247,00	2,20	9,00	247,00
					2,90 (HL)	255,90	2,40					
BS 7	258,10	0,20 (Mu)	257,90	0,20	3,00 (HS)	255,80	0,10	-	-	-	3,00	255,80
					3,20 (HL)	254,90	3,00					
					4,45 (ST)	253,65	1,25					
					5,30 (AL)	252,80	0,85					
					5,70 (TSch)	252,40	0,40					
					7,20 (TK)	250,90	1,50					
					7,30 (TSch)	250,80	0,10	-	-	-	7,30	250,80
BS 8	260,10	0,70 (Mu)	259,40	0,70	6,00 (HL)	254,10	5,30					
					8,70 (VL)	251,40	2,70					
					9,00 (HS)	251,10	0,30					
					9,30 (VL)	250,80	0,30					
					9,40 (HS)	250,70	0,10	-	-	-	9,40	250,70

Tab. 2.1 : geologische Schichten

Punkt	Höhe m NN	Humoser Oberboden (Mu), Auffüllung (A)			Auelehm (AL), Sumpfton (ST), bindiger Talsand (TS), Talkies (TK), Talschutt (TSch), Hanglehm (HL), Hangschutt (HS), Verwitterungslehm (VL)			Gipskeuper, verwittert (km1v)			Endtiefe	
		Untergrenze		Mächt. m	Untergrenze		Mächt. m	Untergrenze		Mächt. m	Bohrsohle	
		m	m NN		m	m NN		m	m NN		m	m NN
BS 9	256,45	0,20 (Mu)	256,25	0,20	1,80 (HL)	254,65	1,60					
					2,20 (ST)	254,25	0,40					
					3,30 (TS)	253,15	1,10					
					5,50 (TK)	250,95	2,20					
					6,80 (VL)	249,65	1,30	9,00	247,45	2,20	9,00	247,45
BS 10	260,20	0,30 (A)	259,90	0,30	2,50 (VL)	257,70	2,20	5,50	254,70	3,00	5,50	254,70

Tab. 2.2 : geologische Schichten

Den obigen Tab. 2.1 und 2.2 kann entnommen werden, dass im Untersuchungsgebiet eine sehr vielseitige Schichtenfolge vorhanden ist. Sie ist einerseits durch die fluviatilen Ablagerungen des Beutelsbachs (Auelehm, bindige Talsande, Talkiese, Talschutt) und andererseits durch im Hangbereich (Hanglehm, Hangschutt, Verwitterungslehm) entstandene Sedimente bzw. durch den Schwemmkegel eines Nebenzufusses geprägt. Zudem sind im Talauenbereich auch noch organische Schichten in Form des Sumpftons vorhanden, welche ehemaligen Stillwasserbereichen zuzuordnen sind. Aufgefülltes Material wird nur im Bereich von Wegbefestigungen anzutreffen sein. Die quartäre Schichtenfolge wird durch den triassischen Gipskeuper unterlagert. Die Obergrenze des verwitterten Gipskeupers konnte in einigen Kleinbohrungen zwischen 2,5 und 9,5 m unter OK Gelände festgestellt werden. In der Südostecke des Baugebiets wurde sie am frühesten erbohrt. In den Bohrungen mit verwittertem Gipskeuper kann ab einer Tiefe zwischen 5,5 m in der Südostecke bzw. zwischen 9,0 und 10,8 m in den übrigen Bereichen von festeren Gesteinen des Gipskeupers ausgegangen werden. Erfahrungsgemäß entspricht dies allerdings noch nicht dem Horizont mit durchgehend felsigen und harten Gesteinen.

5. Hydrogeologische Verhältnisse

In der nachfolgend dargestellten Tab. 3 ist die Grundwassersituation im Untersuchungsgebiet zusammengefasst. In fast allen Kleinbohrungen konnte nach Bohrende ein Grundwasserspiegel im Bohrloch gemessen werden.

Punkt	Höhe m NN	Datum	grundwasserführende Schicht	Grundwasser erbohrt		Grundwasserstand nach Bohrende (h/d)	
				m unter OKG	m NN	m unter OKG	m NN
BS 1	253,75	14.08.19	Talkiese – Aquifer	2,40-3,00	251,35-250,75	2,50	251,25
BS 2	253,75	15.08.19	Bindiger Talsand – Aquifer	2,40-3,00	251,35-250,75	2,10	251,65
BS 3	254,75	19.08.19	Talschutt – Aquifer	4,10-6,70	250,65-248,05	2,12 (5 d)	251,63
						2,33	252,42
BS 4	258,08	19.08.19	Talkies – Aquifer	5,50-6,40	252,58-251,68	2,24 (1 d)	252,51
						4,92	253,13
BS 5	256,00	15.08.19	Talkies – Aquifer	3,80-4,90	252,20-251,10	4,90 (1 d)	253,15
						2,75	253,25
BS 6	258,80	15.08.19	kein Grundwasser angetroffen				
BS 7	258,10	16.08.19	Sumpfton – Schichtenwasser	4,10-4,35	254,00-253,75		
			Auelehm – Schichtenwasser	4,45-5,30	253,65-252,80		
			Talschutt – Aquifer	5,30-5,70	252,80-252,40	2,97	255,13
			Talkies – Aquifer	5,70-7,20	252,40-250,90	3,17 (4 d)	254,93
BS 8	260,10	15.+16.08.19	Verwitterungslehm – Schichtenwasser	9,00-9,30	251,10-250,80	5,54	254,56
						5,19 (4 d)	254,91
BS 9	256,45	16.08.19	Bindiger Talsand – Aquifer	2,20-3,30	254,25-253,15	2,03	254,42
			Talkies – Aquifer	3,30-5,50	253,15-250,95	1,82 (4 d)	254,63
BS 10	260,20	20.08.19	kein Grundwasser angetroffen				

OKG = Oberkante Gelände

Tab. 3 : Hydrogeologische Situation

Somit kommen nach der vorangegangenen Tab. 3 der Auelehm, der Sumpfton, der bindige Talsand, der Talkies, der Talschutt und der Verwitterungslehm als Grundwasserleiter in

Frage. Der bindige Talsand, der Talsand und der Talschutt stellen den örtlichen Aquifer dar. Bei den übrigen Schichten handelt es sich um Grundwasser in Form von Schichtenwasser, welches im Falle des Verwitterungslehms hangseitig zutritt. Es ist von gespanntem Grundwasser auszugehen, da der entspannte Grundwasserspiegel fast immer oberhalb der jeweiligen Zutrittstiefe gemessen wurde.

Die repräsentativen Grundwasserspiegelmessungen schwanken zwischen 251,25 m NN in der nahe am Beutelsbach gelegenen Kleinbohrung BS 1 und 254,93 m NN in BS 7 bzw. 254,91 m NN in BS 8. Die letztgenannten Bohrpunkte sind eher hangseitig gelegen. Folglich muss im Untersuchungsgebiet mit unterschiedlich hohen Grundwasserständen gerechnet werden, wobei von einem Gefälle nach Norden und nach Westen, auf den Beutelsbach zu, vorhanden ist. Die Bemessungswasserspiegel für unterkellerte Gebäude sind im Einzelfall mittels neuerlicher Kleinbohrungen oder Schürfgruben festzulegen.

Aus der Kleinbohrung BS 8 wurde mit einer Handsaugpumpe eine Grundwasserprobe entnommen und nach DIN 4030 auf Betonaggressivität untersucht. Die ausführlichen Analysergebnisse befinden sich in der Anlage 22. Demzufolge ist das Grundwasser als **nicht angreifend** einzustufen.

6. Sickerversuche

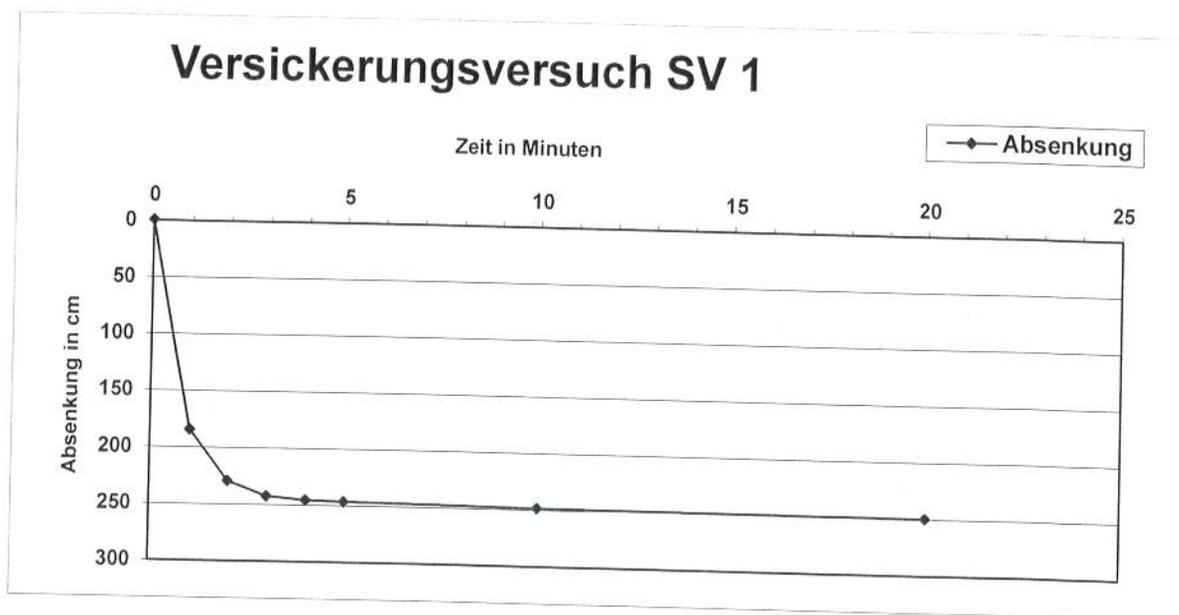
Zur Prüfung der Versickerung anfallenden Oberflächenwassers im Baugebiet wurden in zwei Kleinbohrungen die Sickerversuche SV 1 und SV 2 (Lage s. Lageplan in Anlage 2) ausgeführt. Die ausführlichen Messdaten können der Anlage 13 entnommen werden.

Die Auswertung der Sickerversuche erfolgte nach einem Verfahren, in welchem die Wasserspiegellage zur Beginn des Sickerversuches und die zu späteren Zeitpunkten sich einstellende Spiegellagen ermittelt und unter Berücksichtigung der Zeitdifferenz ausgewertet wird. In diesem Verfahren werden auch Bohrlochdurchmesser und Bohrtiefe mit berücksichtigt. Zur Durchführung der Versuche wurden 2,0 bzw. 3,0 m unter OK Gelände reichende Kleinbohrungen mit einem Durchmesser von 50 mm ausgeführt.

In den nachfolgend aufgeführten Tab. 4 und 5 sind ausgewählte Messergebnisse der Sickerversuche tabellarisch aufgeführt und zusätzlich die Absenkung grafisch dargestellt (Wasserspiegellage in m unter OK Gelände).

Sickerversuch SV 1 (Tiefe 3,0 m unter OK Gelände, Ø = 50 mm)		
Sickerzeit (min.)	Wasserspiegellage (m unter OK Gelände)	kf-Wert in m/sec
0	0,00	
2	2,30	$1,3 \times 10^{-04}$
5	2,47	$5,8 \times 10^{-05}$
10	2,49	$2,9 \times 10^{-05}$
20	2,50	$1,5 \times 10^{-05}$

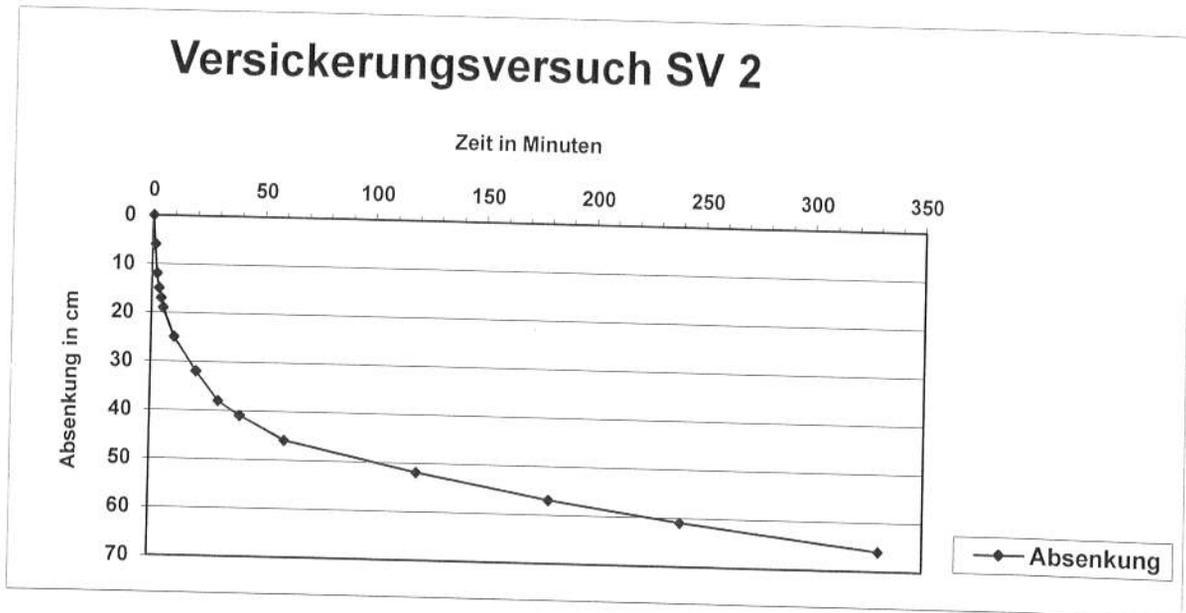
Tab. 4 : kf-Werte in SV 1



Der Versuch SV 1 in der Kleinbohrung BS 1 zeigt, dass der Boden gem. DIN 18 130 Teil 1 als durchlässig zu bezeichnen ist (Einstufung s. Tab. 9 auf Seite 17).

Sickerversuch SV 2 (Tiefe 2 m unter OK Gelände, Ø = 50 mm)		
Sickerzeit (min.)	Wasserspiegellage (m unter OK Gelände)	kf-Wert in m/sec
0	0,00	
2	0,12	$4,2 \times 10^{-06}$
5	0,19	$2,7 \times 10^{-06}$
10	0,25	$1,8 \times 10^{-06}$
30	0,38	$9,3 \times 10^{-07}$
60	0,46	$5,7 \times 10^{-07}$
330	0,66	$1,6 \times 10^{-07}$

Tab. 5 : kf-Werte in SV 2



Der Versuch SV 2 in der Kleinbohrung BS 2 zeigt, dass der Boden als schwach durchlässig zu bezeichnen ist (Einstufung s. Tab. 9 auf Seite 17).

7. Ergebnis der Laboruntersuchungen

7.1 Bodenmechanische Kennwerte

Aus den angetroffenen Schichten wurden Bodenproben entnommen und beschrieben (und der Penetrometerwiderstand und falls möglich auch die Scherfestigkeit bestimmt) um anhand der Beschreibungen und Laboruntersuchungen auf die erforderlichen bodenmechanischen Kennziffern (Dichte, Reibungswinkel, Kohäsion, Scherfestigkeit, Steifeziffer) rückschließen zu können. Zur Bodenansprache wurden an zwölf dieser Proben der natürliche Wassergehalt und anschließend an sechs Proben die Konsistenzgrenzen nach ATTERBERG nach DIN 18 122 sowie an drei Proben die Korngrößenverteilung nach DIN 18 123 bestimmt.

Die Proben können den folgenden Bereichen zugeordnet werden:

Probe	P 1, P 2 und P 3	Auelehm
Probe	P 6	Sumpfton
Probe	P 7 und P 9	Hanglehm
Probe	P 4	Talschutt
Probe	P 8 und P 10	Talkiese
Probe	P 5, P 11 und P 12	Verwitterter Gipskeuper

Erdstatischen Berechnungen können für die einzelnen Bodenschichten die in den nachfolgenden Tab. 6 und 7 zusammengestellten Kennwerte zugrunde gelegt werden (in Anlehnung an DIN 1055, Blatt 2 sowie Angaben in der Literatur, sowie aufgrund der oben angeführten Laborversuchsergebnisse und eigener Erfahrung mit etwa gleichen Böden).

Schicht		A, TK	AL(w), Tsch(w), VL(w)	HL(s), TSch(sh), VL(s), km1v(s)	AL(h), HL(h), VL(h), km1v(h)	km1v(f)
Feuchtwichte	kN/m ³	20.0	19.5	20.0	20.5	21.0
Wichte unter Auftrieb	kN/m ³	12.0	9.5	10.0	10.5	11.0
Kohäsion	kN/m ²	0	0	2-5	5-10	10-12
Reibungswinkel	Grad	32.5	25.0	25.0	25.0	25.0
Ersatzreibungswinkel	Grad	-	-	27.5	32.5	35.0
Steifemodul	MN/m ²	50-80	1-3	4-6	8-12	12-15

Tab. 6 : Bodenmechanische Kennwerte

Legende zu vorstehender Tabelle :

		Bodenart :
A	= Rollige Auffüllung, locker-mitteldicht	GU, GW
TK	= Talkies, mitteldicht	GU
AL(w)	= Auelehm, weich; p=30-70 kN/m ²	UM, TL
TSch(w)	= Talschutt, weich	UM
VL(w)	= Verwitterungslehm, weich	UM, SU*
HL(s)	= Hanglehm, steif; p=100-200 kN/m ²	UM, TM, UL, TL
TSch(sh)	= Talschutt, steif-halbfest	UM
VL(s)	= Verwitterungslehm, steif; p=100-200 kN/m ²	UM, SU*
km1v(s)	= Verwitt. Gipskeuper, steif; p=150 kN/m ²	UM, UL
AL(h)	= Auelehm, halbfest; p=250-600 kN/m ²	UM, TL
HL(h)	= Hanglehm, halbfest; p=200-1.200 kN/m ²	UM, TM, UL, TL
VL(h)	= Verwitterungslehm, halbfest; p=200-500 kN/m ²	UM, SU*
km1v(h)	= Verwitt. Gipskeuper, halbfest; p=150-1.200 kN/m ²	UM, UL
km1v(f)	= Verwitt. Gipskeuper, fest; p=>1.100 kN/m ²	UM, UL

Schicht		AL(gw), TS, TK(gw), TSch(gw)	TK(gs), HS(s), km1v(gs)	TK(gh)	TSch(gf), HL(gf), HS(f), km1v(gf)	ST(w)	ST(s)
Feuchtwichte	kN/m ³	20.5	21.0	21.5	22.0	14.0	17.0
Wichte unter Auftrieb	kN/m ³	10.5	11.0	11.5	12.0	4.0	7.0
Kohäsion	kN/m ²	0	2-5	5-10	10-15	0	0
Reibungswinkel	Grad	25.0	25.0	25.0	25.0	15.0	15.0
Ersatzreibungswinkel	Grad	-	27.5	32.5	35.0	-	-
Steifemodul	MN/m ²	4-8	20-30	30-50	50-80	1-2	3-5

Tab. 7 : Bodenmechanische Kennwerte

Legende zu vorstehender Tabelle :

		Bodenart :
AL(gw)	= Auelehm, gemischtkörnig, weich; p=45 kN/m ²	SU*, ST*
TS	= Bindiger Talsand, weich; p=40-50 kN/m ²	SU*
TK(gw)	= Gemischtkörniger Talkies, weich; p=60 kN/m ²	GU*, SU*
TSch(gw)	= Gemischtkörniger Talschutt, weich-breiig	SU*, GU*
TK(gs)	= Gemischtkörniger Talkies, steif	GU*, SU*
HS(s)	= Hangschutt, steif	GU*, UM
km1v(gs)	= Gemischtkörniger verwitterter Gipskeuper, steif	GU*
TK(gh)	= Gemischtkörniger Talkies, halbfest	GU*, SU*
TSch(gf)	= Gemischtkörniger Talschutt, fest	SU*, GU*
HL(gf)	= Gemischtkörniger Hanglehm, fest	GU*
HS(f)	= Hangschutt, fest; p=>1.800 kN/m ²	GU*, UM
km1v(gf)	= Gemischtkörniger verwitterter Gipskeuper; p=>1.800 kN/m ²	GU*
ST(w)	= Sumpfton, weich; p=50-90 kN/m ²	OU, OT, TM
ST(s)	= Sumpfton, steif; p=125-250 kN/m ²	OU, OT, TM

Die Bodenkennwerte können über die verwendeten Abkürzungen den geologischen Profilen in den Anlagen 3 bis 12 zugeordnet werden. Die Einzelergebnisse der Laboruntersuchungen sind in den Anlagen 14 bis 19 tabellarisch aufgeführt.

Bei geböschten Wänden sind zur Ermittlung des Erddrucks in der Regel die Kennwerte des Verfüllmaterials maßgebend. Bei ausreichend verdichtet eingebautem Boden können die auf nachfolgender Seite in Tab. 8 aufgeführten Kennwerte angesetzt werden.

Material	Feuchtdichte in kN/m ³	Kohäsion in kN/m ³	Reibungswinkel in Grad
Schottergemische	21	0	35
Siebschutt, rollige Auffüllung, Talkies, Talschutt, Hangschutt, gemischtkörnig aufgewitt. Gips- keuper	20	0-5	32.5
Auelehm, bindiger Talsand, Hanglehm, Verwitterungslehm, verwitt. Gipskeuper Konsistenz jeweils mind. steif	20	2	25

Tab. 8 : Bodenkennwerte für Hinterfüllgut

7.2 Wasserdurchlässigkeiten

Nach Angaben aus der Literatur kann über die Bodenarten nach DIN 18 196 bzw. die bodenmechanischen Parameter der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k_f abgeschätzt werden.

Hierbei lassen sich zunächst für die **rollige Auffüllung** (Bodenart GU, GW) Durchlässigkeitsbeiwerte von 10^{-02} bis 10^{-06} m/s ermitteln. Die quartären Deckschichten betreffend können für den **Auelehm** (Bodenarten OU, TL, ST*/TL, SU*, SU*/ST*/UM, ST*/GU*, UM/SU*, UM) Durchlässigkeiten zwischen 2×10^{-06} und 1×10^{-09} m/s, für den **Sumpfton** (Bodenarten OT, UM/OU, OT/TM, OU) zwischen $1,2 \times 10^{-08}$ und $2,0 \times 10^{-11}$, für den **bindigen Talsand** (Bodenart SU*) von 2×10^{-07} m/s, für die **Talkiese** (Bodenarten SU*, SU*/SU, GU*, GU) von $3,4 \times 10^{-05}$ bis 5×10^{-08} m/s, für den **Talschutt** (Bodenarten GU*, SU/SU*, UM/GU*, UM) von 7×10^{-06} bis 6×10^{-08} m/s, für den **Hanglehm** (Bodenarten UL/TL, ST*/UL, UM, UM/UL, TM, UM/TM, UM/SU*, GU*) von 2×10^{-06} bis 7×10^{-09} m/s, für den **Hangschutt** (Bodenart UM/GU*) von 9×10^{-07} m/s und für den **Verwitterungslehm** (Bodenarten UM, SU*, SU*/UM) von 2×10^{-06} bis 6×10^{-08} m/s benannt werden. Nach DIN 18 130 sind die quartären Deckschichten, ausgenommen der Auffüllung, als durchlässig bis sehr schwach durchlässig zu bezeichnen.

Für den **verwitterten Gipskeuper** (Bodenarten GU*, UM, UL) sind Durchlässigkeiten in der Größenordnung von 2×10^{-06} bis 4×10^{-09} m/s zu erwarten, d.h. nach DIN 18 130 ist dieser Boden ebenfalls als schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig einzustufen.

Der **unverwitterte Gipskeuper** ist außerhalb von Kluftsystemen generell als schwach bis sehr schwach durchlässig zu bezeichnen. Sollten über Klüfte Grundwasserwegsamkeiten vorhanden sein, so liegt der Durchlässigkeitsbeiwert in der Größenordnung von 10^{-05} bis 10^{-07} m/sec.

In der nachfolgenden aufgeführten Tab. 9 sind zur Übersicht die Durchlässigkeiten nach DIN 18 130 aufgeführt.

Bezeichnung	kf-Wert in m/sec	
sehr schwach durchlässig	unter	10^{-08}
schwach durchlässig		10^{-08} bis 10^{-06}
durchlässig	über	10^{-06} bis 10^{-04}
stark durchlässig	über	10^{-04} bis 10^{-02}
sehr stark durchlässig	über	10^{-02}

Tab. 9 : Durchlässigkeit gem. DIN 18 130, Teil 1

7.3 Bodenklassen gem. DIN 18 300

Die in den Kleinbohrungen aufgeschlossenen Schichten sind nach DIN 18 300 den in Tab. 10 aufgeführten Bodenklassen zuzuordnen.

geologische Bezeichnung	Bodenklasse nach DIN 18 300
Humoser Oberboden, teils aufgefüllt	1
Rollige Auffüllung, Talkiese und Talschutt	3
Auelehm, Sumpfton, bindiger Talsand, gemischtkörniger bzw. bindiger Talkies und Talschutt, Hanglehm, Hangschutt, Verwitterungslehm, verwittert. Gipskeuper Konsistenz jeweils zwischen weich und halbfest	4
Auelehm, Sumpfton, jeweils hochplastische Eigenschaften	5
Gemischtkörniger Hanglehm und Hangschutt, verwittert. Gipskeuper, Konsistenz jeweils fest	6

Tab. 10 : Bodenklassen gem. DIN 18 300

Nachfolgend sind in Tab. 11 die Eingruppierungen in die Bodenklassen (Bkl) gem. DIN 18 300 kurz aufgeführt (Lösen, Laden, Fördern und Verdichten von Boden und Fels).

Bkl	Bezeichnung	Körnung, Plastizität und Konsistenz	Gruppe nach DIN 18 196
1	Oberboden Mutterboden	oberste Schicht des Bodens, die neben anorganischen Stoffen, z.B. Kies-, Sand-, Schluff- und Tongemische, auch Humus und Bodenlebewesen enthält	
2	Fließende Bodenarten	1) wasserhaltende organische Böden 2) feinkörnige Böden von flüssiger-breiiger Beschaffenheit ($I_c < 0.5$) 3) organogene Böden und Böden mit organischen Beimengungen mit $I_c < 0.5$ 4) gemischtkörnige Böden mit $I_c < 0.5$ Die Zugehörigkeit der Böden 2), 3) und 4) zur Klasse 2 setzt voraus, dass sie beim Lösen ausfließen Das Ausfließen von grobkörnigen Böden der Gruppen SE, SW, SI, GW, GI, GE ist dagegen kein kennzeichnendes Kriterium	1) HN, HZ, F 2) UL, UM, UA, TL, TM, TA 3) OU, OT, OH, OK 4) SU*, ST*, GU*, GT*
3	Leicht lösbare Bodenarten	schwach bindige Böden (Anteile kl. 0.063 mm < bzw. = 15 Gew.%) mit max. 30 Gew.% Steinen von 63 mm bis 315 mm Durchmesser (=0.01 m ³ Rauminhalt) und Torfe mit geringem Wassergehalt, sofern sie beim Ausheben standfest bleiben	GE, GW, GI, SE, SW, SI, GU, GT, SU, ST, HN
4	Mittelschwer lösbare Bodenarten	leicht bis mittelpastische bindige Böden ($w_l \leq 0.5$), organogene Böden und gemischtkörnige Böden (Anteile kl 0.063 mm 15-40 Gew.%) von weicher-halbfester Konsistenz ($I_c > 0.5$) und max. 30 Gew.% Steine von 63-300 mm Durchmesser	UL, UM, UA, TL, TM, OU, OH, OK, SU*, ST*, GU*, GT*
5	Schwer lösbare Bodenarten	Bodenarten nach 3+4, jedoch mehr als 30 Gew.% Steine von 63-315 mm Durchmesser und weniger als 30 Gew.% Grobsteine von 315-630 mm Durchmesser. Ausgeprägt plastische Tone ($w_l > 0.5$) von weicher-halbfester Konsistenz ($I_c > 0.5$)	wie 3+4, TA, OT
6	Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten	Bodenarten wie 3+4, jedoch mehr als 30 Gew.% Grobsteine (0.01-0.1 m ³ Volumen = 315-630 mm Durchmesser). Bodenarten wie 4+5 aber feste Konsistenz. Fels (mineralisch gebunden), stark klüftig, brüchig, bröckelig, schiefrig, weich und verwittert	
7	Schwer lösbarer Fels	Fels (mineralisch fest gebunden), wenig klüftig und verwittert, Festgelagerter unverwitterter Tonschiefer, Nagelfluhschichten, verfestigte Schlackenhalde aus Hüttenwerken. Steinblöcke >0.1 m ³ Volumen	

Tab. 11 : Bodenklassen nach DIN 18 300

7.4 Bodenklassen gem. DIN 18 319 und DIN 18 301

Die in den Kleinbohrungen erschlossenen natürlich abgelagerten Böden sind den in nachfolgender Tab. 12 aufgeführten Bodenklassen zuzuordnen. Die Erläuterung der Bodenklassen nach DIN 18 301 kann der Anlage 23 entnommen werden.

geologische Bezeichnung	DIN 18 319	DIN 18 301
Rollige Auffüllung, Talkies jeweils mitteldichte Lagerung	LNW 2	BN 1
Auelehm, bindiger Talsand, gemischtkörniger Talkies und Talschutt, Verwitterungslehm Konsistenz jeweils weich	LBM 1	BB 2
Sumpfton, organogen Konsistenz weich	LBO 1	BO 1
Sumpfton, organogen Konsistenz steif	LBO 2	BO 1
Auelehm, gemischtkörniger Talkies und Talschutt, Hanglehm, Hangschutt, Verwitterungslehm, verwittert. Gipskeuper Konsistenz jeweils zwischen steif und halbfest	LBM 2	BB 2, BB 3
Gemischtkörniger Talschutt und Hanglehm, Hangschutt, verwittert. Gipskeuper Konsistenz jeweils fest	LBM 3	BB 4

Tab. 12 : Bodenklassen der Schichten nach DIN 18 319 und 18 301

Nachfolgend sind in den Tab. 13 bis 15 die Eingruppierungen in die Bodenklassen (Bkl) gem. DIN 18 319 kurz aufgeführt (gilt für Rohrvortriebsarbeiten in Boden und Fels).

Lockergestein nichtbindig (LN), Korngröße ≤ 63 mm		
Lagerung	enggestuft	weit oder intermittierend gestuft
	Klasse	Klasse
Locker	LNE1	LNW1
Mitteldicht	LNE2	LNW2
Dicht	LNE3	LNW3
Lockergestein bindig (LB), Korngröße ≤ 63 mm		
Konsistenz	mineralisch	organogen
	Klasse	Klasse
Breig-weich	LBM1	LBO1
Steif-halbfest	LBM2	LBO2
Fest	LBM3	LBO3

Tab. 13 : Bodenklassen nach DIN 18 319 für Lockergesteine

Kommen in Lockergesteinen (LN und LB) Steine (Korngröße >63 mm) vor, so wird in Abhängigkeit von Größe und Anteil der Steine bis 600 mm Durchmesser zusätzlich zu den Klassen gem. Tab. 13 klassifiziert. Steine >600 mm werden hinsichtlich Größe und Anteil gesondert angegeben. Die nachfolgend aufgeführte Tab. 14 führt diese Zusatzklassen auf.

Massenanteil der Steine	Steingröße	
	bis 300 mm	bis 600 mm
	Klasse	Klasse
bis 30 %	S 1	S 3
über 30%	S 2	S 4

Tab. 14 : Zusatzklassen nach DIN 18 319 in Lockergesteine

Festgesteine werden nach DIN 18 319 wie folgt klassifiziert:

Einaxiale Druckfestigkeit in MN/m ²	Festgestein (Tfa = Trennflächenabstand)	
	Tfa im Dezimeterbereich	Tfa im Zentimeterbereich
	Klasse	Klasse
bis 5	FD 1	FZ 1
über 5 bis 50	FD 2	FZ 2
über 50 bis 100	FD 3	FZ 3
über 100	FD 4	FZ 4

Tab. 15 : Klasse der Festgesteine nach DIN 18 319

7.5 Frostempfindlichkeit, Schrumpfeempfindlichkeit

Die einzelnen Bodengruppen werden nach der in Tab. 16 aufgeführten Klassifikation gem. ZTVE-StB 09 hinsichtlich ihrer Frostempfindlichkeit unterschieden. Die fett unterlegten Bodenarten stellen während der Bohrarbeiten angetroffene Böden dar. Die geringmächtige Auffüllung wurde bei dieser Zusammenstellung nicht berücksichtigt.

	Frostempfindlichkeit	Bodenart n. DIN 18 196
F 1	nicht frostempfindlich	GW, GI, GE, SW, SI, SE
F 2	gering bis mittel frostempfindlich	TA, OT, OH, OK, ST, GT, SU, GU
F 3	sehr frostempfindlich	TL, TM, UL, UM, UA, OU, ST*, GT*, SU*, GU*

Tab. 16 : Klassifikation der Frostempfindlichkeit von Bodenarten

In dem Neubaugebiet soll ausschließlich eine Wohnbebauung zur Ausführung kommen. Vermutlich wird es sich um unterkellerte oder auch nicht unterkellerte Gebäude handeln.

Bei einer Unterkellerung wird von einer Einschnitttiefe mit ca. 3 bis 3,5 m unter OK bestehendes Gelände ausgegangen. Auf Planumshöhe steht Auelehm, Sumpfton, bindiger Talsand, Hanglehm, Hangschutt, Verwitterungslehm oder schon der verwitterte Gipskeuper an. Diese Schichten sind insgesamt der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 zuzuordnen und als sehr frostempfindlich zu bezeichnen.

Die oberflächennah anstehenden, mittelplastischen bis teilweise hochplastischen Böden sind als schrumpfunggefährdend zu bezeichnen. Es ist grundsätzlich eine Bepflanzung mittels stark wasserziehender Bäume und Sträucher, welche dicht an nicht oder nur gering ins Gelände einschneidende Bauteile (z.B. Terrassen) reicht, im Hinblick auf die Gefahr von späteren Setzungen dieser Bauteile durch Schrumpfung des Bodens zu vermeiden. Der Abstand von Bäumen/Sträuchern zu Gebäuden sollte nach Angaben aus der Literatur mind. das 1,5-fache der Endhöhe der Bepflanzung betragen, wobei erfahrungsgemäß auch bei einem Abstand vom 1,5-fachen des Enddurchmessers der Büsche/Bäume keine wesentliche Beeinflussung auftritt.

7.6 Angaben zum Bindemittelbedarf

Bei den im Untersuchungsgebiet anstehenden Böden handelt es um bindige Bodenarten, deren Wiederverwertbarkeit (bei der Verfüllung von Gräben oder Arbeitsräumen oder Hinterfüllung von Bauwerken) und Tragfähigkeit (z. B. im Straßenbau) wesentlich von deren natürlichem Wassergehalt abhängt. Bei zu hohen Wassergehalten sind bei diesen Böden i. d. R. bodenverbessernde Maßnahmen (z. B. Einfräsen von Weißfeinkalk oder einem Mischbindemittel) üblich und auch möglich. Die angetroffenen Böden liegen mit ihrem natürlichen Wassergehalt z.T. im Bereich des Optimums, oftmals aber auch deutlich darüber.

Da bei den Kleinbohrungen für die Durchführung von Proctorversuchen zur Ermittlung der Proctordichte und des optimalen Wassergehaltes zu geringe Probemengen anfallen, wurde für die Ermittlung des Bindemittelbedarfs eine überschlägige Einschätzung an Hand der aus dem entsprechenden Diagramm im Grundbautaschenbuch, 4. Auflage, Teil 1 Bild 69 für die einzelnen Proben ermittelten Proctordichte und des optimalen Wassergehaltes vorgenommen (ausgehend von der Erfahrung, dass 1.5 Gew.% Kalk 2 Gew.% Wasser binden kann). Die Einzelergebnisse sind aus den tabellarischen Darstellungen der Bodenkennwerte in den Anlagen 14 bis 16 ersichtlich. Hierbei zeigt sich, dass für den Auelehm und Hanglehm zum Erreichen der 100 %-igen Proctordichte Bindemittelzugaben zwischen 0 und ca. 120 kg/m³ erforderlich werden. Die angegebenen Werte der Bindemittelgehalte stellen lediglich eine erste orientierende Einschätzung dar. Sie basieren ferner auf den zum Untersuchungszeitpunkt angetroffenen Verhältnissen. Bei weiterer Durchfeuchtung,

insbesondere auch in Verbindung mit Frost, können beträchtlich höhere Zugabemengen erforderlich werden. Wir empfehlen daher, sofern die Verbesserung des Bodens mittels Bindemittel ins Auge gefasst wird, die Durchführung von Proctorversuchen und neuerlichen Bestimmungen des natürlichen Wassergehalts mit Beginn der Erdarbeiten. Auf Grundlage der Konsistenzgrenzenbestimmungen würde sich für den Auelehm und den Hanglehm eine mittlere Bindemittelzugabemenge von 50-60 kg/m³ zum Erreichen von 100 % Proctordichte ergeben.

7.7 Homogenbereiche nach VOB Teil C

Nach der VOB Teil C soll der anstehende Boden in sog. Homogenbereiche eingeteilt werden (Definition: „Boden und Fels sind entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen in Homogenbereiche einzuteilen. Der Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für einsetzbare Erdbaugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweist“). Somit bezieht sich die Homogenität allein auf die Bearbeitbarkeit für die verschiedenen Baugeräte. Ziel ist eine Klassifizierung, anhand welcher der Unternehmer entscheidet, welches Gerät er einsetzen kann. Zudem sollen die Homogenbereiche auf der Baustelle leicht unterscheidbar sein. Hier werden für die ange-troffenen Böden folgende Homogenbereiche vorgeschlagen:

Homogenbereich 1	Humoser Oberboden
Homogenbereich 2	Rollige Auffüllung, rolliger Talkies
Homogenbereich 3	Auelehm, Sumpfton, bindiger Talsand, gemischtkörniger Talkies, Talschutt, Hanglehm, Hangschutt, Verwitterungslehm, ver Witt. Gipskeuper

Für die einzelnen Homogenbereiche gelten die auf nachfolgender Seite in Tab. 17 aufgeführten Kenndaten (Kenndaten aus Laboruntersuchungen bzw. Feldbeschreibung und aus Tabellen rückgeschlossen). Die Homogenbereiche können anhand der Säulenprofile in den Anlagen 3 bis 12 den einzelnen Schichten zugeordnet werden.

Homogenbereich		H 1	H 2	H 3
Feuchtdichte	kN/m ³	17.0	20.0	14.0-22.0
Dichte unter Auftrieb	kN/m ³	7.0	12.0	4.0-12.0
Kohäsion	kN/m ²	0	0	0-15
undrain. Scherfestigkeit	kN/m ²	-	-	17-245
Konsistenz		halbfest bis fest	mitteldicht	weich bis fest
Reibungswinkel	Grad	20.0	32.5	15.0-25.0
Steifemodul	MN/m ²	1	50-80	1-80
Durchlässigkeit kf	m/sec	10 ⁻⁰⁸ bis 10 ⁻¹⁰	10 ⁻⁰² bis 10 ⁻⁰⁶	10 ⁻⁰⁵ bis 10 ⁻¹¹
Bodenarten nach DIN 18 196		OU/OT	GU, GW	UM, TM, UL, TL, TA, GU*, SU*, ST*, OU, OT
Bodenklassen nach DIN 18 300		1	3	4, 5, 6
Bodenklassen nach DIN 18 319		-	LNW 2	LBM 1 bis LBM 3
Bodenklassen nach DIN 18 301-2006		BO 1	BN 1	BB 2 bis BB 4
Bodengruppe nach ATV-DVWK 2/2001		G 4	G 1 bis G 2	G 3 bis G 4
Frostempfindlichkeitsklassen		F 3	F 1 bis F 2	F 2 bis F 3

Tab. 17 : Homogenbereiche nach VOB Teil C

7.8 Chemische Analyse der Bodenmischproben

7.8.1 Bewertungsgrundlagen

Die Grundlage zur Bewertung der Analysenergebnisse bilden die Grenzwerte folgender Regelwerke:

- Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14. März 2007 (Az.: 25-8980.08M20 Land/3).
- Deponieverordnung vom 27. April 2009 (BGBl. I S. 900), die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 4. März 2016 (BGBl. I P 11, S. 382) geändert worden ist.
- Handlungshilfe des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden- Württemberg für Entscheidungen über die Ablagerbarkeit von Abfällen mit organischen Schadstoffen vom Mai 2012.

7.8.2 Analysenergebnisse

In Hinblick auf die Verwertung oder Entsorgung anfallenden Aushubmaterials wurden bei den Aufschlussbohrungen die in folgender Tab. 18 aufgeführten Mischproben entnommen.

Probe	Bohrpunkt	Tiefe	Zusammensetzung
C 518	BS 1	0,60 – 3,00 m	Auelehm, Talkiese
	BS 2	0,60 – 3,00 m	Auelehm, Talkiese, bindiger Talsand
	BS 3	0,25 – 6,70 m	Auelehm, Talschutt
	BS 4	0,30 – 9,50 m	Hanglehm, Auelehm, Talschutt, Talkiese
	BS 5	0,50 – 6,80 m	Hanglehm, Auelehm, Sumpfton, Talkiese, Verwitterungs- lehm
	BS 6	0,50 – 3,00 m	Hanglehm, Hangschutt
	BS 7	0,20 – 7,30 m	Hanglehm, Sumpfton, Auelehm, Talschutt, Talkiese
	BS 8	0,70 – 9,40 m	Hanglehm, Verwitterungslehm, Hangschutt
	BS 9	0,20 – 6,80 m	Hanglehm, Sumpfton, bindiger Talsand, Talkiese, Ver- witterungslehm
	BS 10	0,30 – 2,50 m	Verwitterungslehm
C 519	BS 3	6,70 – 10,50 m	Verwitterter Gipskeuper
	BS 4	9,50 – 10,80 m	
	BS 5	6,80 – 9,00 m	
	BS 9	6,80 – 9,00 m	
	BS 10	2,50 – 5,50 m	

Tab. 18: Zusammensetzung der Mischprobe

In den nachfolgend aufgeführten Tabellen 19a - 19b sind die Laborergebnisse der in den Bodenmischproben analysierten Parameter nach der Verwaltungsvorschrift in der Originalsubstanz aufgeführt. In den Tabellen 19c - 19d sind die Ergebnisse im Eluat für den Untersuchungsumfang der Verwaltungsvorschrift Boden aufgeführt, in Tabelle 20a - 20d für den Untersuchungsumfang Deponieverordnung enthalten. Die Entnahmetiefen der Einzelproben können auch den Säulenprofilen in den Anlagen 3 bis 12 entnommen werden. Die ausführlichen Analysenergebnisse des chemischen Labors befinden sich in den Anlagen 20 und 21.

Parameter	PAK	Benzo (a)pyren	PCB ₆	LHKW	BTEX	EOX	KW C ₁₀₋₂₂	KW C ₁₀₋₄₀	Cyanid
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Z0 Lehm/Schluff	3	0.3	0.05	1	1	1	100	100	-
Z0* IIIa	3	0.3	0.05	1	1	1	100	100	-
Z0*	3	0.6	0.1	1	1	1	200	400	-
Z1.1	3	0.9	0.15	1	1	3	300	600	3
Z1.2	9	0.9	0.15	1	1	3	300	600	3
Z2	30	3	0.5	1	1	10	1000	2000	10
Probe "C 518"	0.08	0.01	< 0.01	< 0.010	< 0.010	< 0.50	< 50	< 50	< 0.10
Probe "C 519"	0.05	< 0.01	< 0.01	< 0.010	< 0.010	< 0.50	< 50	< 50	< 0.10

Tab. 19a: Analysenergebnisse Verwaltungsvorschrift Originalsubstanz – Teil 1

Parameter Einheit	Arsen mg/kg	Blei mg/kg	Cadmium mg/kg	Chrom mg/kg	Kupfer mg/kg	Nickel mg/kg	Queck- silber mg/kg	Thal- lium mg/kg	Zink mg/kg
Z0 Lehm/Schluff	15	70	1	60	40	50	0.5	0.7	150
Z0 Ton	20	100	1.5	100	60	70	1.0	1.0	200
Z0* IIIa	15/20	100	1	100	60	70	1	0.7	200
Z0*	15/20	140	1	120	80	100	1	0.7	300
Z1.1	45	210	3	180	120	150	1.5	2.1	450
Z1.2	45	210	3	180	120	150	1.5	2.1	450
Z2	150	700	10	600	400	500	5	7	1500
Probe "C 518"	6.7	27	< 0.40	27	20	23	< 0.10	< 0.50	41
Probe "C 519"	3.2	5.7	< 0.40	23	25	18	< 0.10	< 0.50	38

Tab 19b: Analysenergebnisse Verwaltungsvorschrift Originalsubstanz – Teil 2

Parameter Einheit	pH-W.*	Leitföh.* µS/cm	Chlorid mg/l	Sulfat mg/l	Cyanid µg/l	Phenol. µg/l	Arsen µg/l
Z0 Lehm/Schluff	6.5-9.5	250	30	50	5	20	-
Z0* IIIa	6.5-9.5	250	30	50	5	20	14
Z0*	6.5-9.5	250	30	50	5	20	14
Z1.1	6.5-9.5	250	30	50	5	20	14
Z1.2	6-12	1500	50	100	10	40	20
Z2	5.5-12	2000	100	150	20	100	60
Probe "C 518"	8.3	150	< 3.0	< 3.0	< 5.0	< 10	< 3.0
Probe "C 519"	8.4	150	< 3.0	13	< 5.0	< 10	3.5

Tab. 19c: Analysenergebnisse Verwaltungsvorschrift Eluat – Teil 1

* Anm.: Eine Überschreitung der Parameter pH-Wert und Leitfähigkeit allein ist kein Ausschlusskriterium

Parameter Einheit	Blei µg/l	Cadmium µg/l	Chrom µg/l	Kupfer µg/l	Nickel µg/l	Quecksilber µg/l	Zink µg/l
Z0 Lehm/Schluff	-	-	-	-	-	-	-
Z0* IIIa	40	1.5	12.5	20	15	0.5	150
Z0*	40	1.5	12.5	20	15	0.5	150
Z1.1	40	1.5	12.5	20	15	0.5	150
Z1.2	80	3	25	60	20	1	200
Z2	200	6	60	100	70	2	600
Probe "C 518"	< 10	< 1.0	< 10	< 10	< 10	< 0.1	< 25
Probe "C 519"	< 10	< 1.0	< 10	< 10	< 10	< 0.1	< 25

Tab. 19d: Analysenergebnisse Verwaltungsvorschrift Eluat – Teil 2

Parameter Einheit	Glühverlust %	TOC %	lipophile St. %	BTEX mg/kg	PCB ₇ mg/kg	KW C ₁₀₋₄₀ mg/kg	PAK mg/kg
DK 0	≤ 3	≤ 1	≤ 0.1	≤ 6	≤ 1	≤ 500	≤ 30
DK I	≤ 3	≤ 1	≤ 0.4	≤ 6	≤ 5	≤ 4000	≤ 500
DK II	≤ 5	≤ 3	≤ 0.8	≤ 6	≤ 10	≤ 8000	≤ 1000
DK III	≤ 10	≤ 6	≤ 4	kGd	kGd	kGd	kGd
Probe "C 518"	2.8	< 0.50	< 0.050	< 0.010	< 0.01	< 50	0.08
Probe "C 519"	1.7	< 0.50	< 0.050	< 0.010	< 0.01	< 50	0.05

Tab. 20a: Analysenergebnisse Deponieverordnung – Originalsubstanz.

Anm.: Glühverlust kann gleichwertig zu TOC angewandt werden

Parameter Einheit	pH-W.	DOC mg/l	Phenol mg/l	Arsen mg/l	Blei mg/l	Cadmium mg/l	Chrom gesamt mg/l
DK 0	5.5-13	≤ 50	≤ 0.1	≤ 0.05	≤ 0.05	≤ 0.004	≤ 0.05
DK I	5.5-13	≤ 50	≤ 0.2	≤ 0.2	≤ 0.2	≤ 0.05	≤ 0.3
DK II	5.5-13	≤ 80	≤ 50	≤ 0.2	≤ 1	≤ 0.1	≤ 1
DK III	4-13	≤ 100	≤ 100	≤ 2.5	≤ 5	≤ 0.5	≤ 7
Probe "C 518"	8.3	6.9	< 0.010	< 0.0030	< 0.010	< 0.0010	< 0.010
Probe "C 519"	8.4	4.4	< 0.010	0.0035	< 0.010	< 0.0010	< 0.010

Tab. 20b: Analysenergebnisse Deponieverordnung – Eluat – Teil 1

Parameter Einheit	Kupfer mg/l	Nickel mg/l	Quecksilber mg/l	Zink mg/l	Fluorid mg/l	Cyanid l.f. mg/l	WA * mg/l
DK 0	≤ 0.2	≤ 0.04	≤ 0.001	≤ 0.4	≤ 1	≤ 0.01	≤ 400
DK I	≤ 1	≤ 0.2	≤ 0.005	≤ 2	≤ 5	≤ 0.1	≤ 3000
DK II	≤ 5	≤ 1	≤ 0.02	≤ 5	≤ 15	≤ 0.5	≤ 6000
DK III	≤ 10	≤ 4	≤ 0.2	≤ 20	≤ 50	≤ 1	≤ 10000
Probe "C 518"	< 0.010	< 0.010	< 0.0001	< 0.025	0.81	< 0.010	130
Probe "C 519"	< 0.010	< 0.010	< 0.0001	< 0.025	0.58	< 0.010	100

Tab. 20c: Analysenergebnisse Deponieverordnung – Eluat – Teil 2

Anm.: WA * = Wasserlösliche Anteile (Abdampfrückstand. Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen)

Parameter Einheit	Barium mg/l	Molybdän mg/l	Antimon mg/l	Antimon Co-Wert mg/l	Selen mg/l	Chlorid mg/l	Sulfat mg/l
DK 0	≤ 2	≤ 0.05	≤ 0.006	≤ 0.1	≤ 0.01	≤ 80	≤ 100
DK I	≤ 5	≤ 0.3	≤ 0.03	≤ 0.12	≤ 0.03	≤ 1500	≤ 2000
DK II	≤ 10	≤ 1	≤ 0.07	≤ 0.15	≤ 0.05	≤ 1500	≤ 2000
DK III	≤ 30	≤ 3	≤ 0.5	≤ 1.0	≤ 0.7	≤ 2500	≤ 5000
Probe "C 518"	0.053	< 0.010	< 0.0030	n.a.	< 0.0030	< 3.0	< 3.0
Probe "C 519"	0.21	< 0.010	< 0.0030	n.a.	< 0.0030	< 3.0	13

Tab. 20d: Analysenergebnisse Deponieverordnung Eluat – Teil 3

Anm. zu Tab. 20d: Statt Chlorid und Sulfat kann der Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen angewandt werden.

Legende zu den vorseitigen Tabellen:

Z0-2	=	Zuordnungswerte gem. Verwaltungsvorschrift Boden in der Originalsubstanz und im Eluat bei Überschreitung des Z0-Wertes Fettdruck
DK 0-III	=	Zuordnungswerte gem. Deponieverordnung in der Originalsubstanz und im Eluat bei Überschreitung des DK 0-Wertes Fettdruck
BSG	=	Bestimmungsgrenze des analysierenden Labors
n.a.	=	nicht analysiert
kGd	=	kein Grenzwert definiert

7.8.3 Bewertung der Analyseergebnisse

Nach den auf den vorangegangenen Seiten in den Tab. 19 und 20 aufgeführten Analyseergebnissen und Grenzwerten wäre der im Untersuchungsgebiet anstehende Boden hinsichtlich der Verwertung bzw. Entsorgung folgenden Kategorien zuzuordnen.

- *Mischprobe C 518*
(unauffälliger Boden bestehend aus Auelehm, Sumpfton, bindiger Talsand, Talkies, Talschutt, Hanglehm, Hangschutt, Verwitterungslehm; Tiefen zwischen 0,2 und 9,5 m):

Z 0 nach Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg

DK 0 nach Deponieverordnung

- *Mischprobe C 519*
(unauffälliger Boden bestehend aus verwittertem Gipskeuper; Tiefen zwischen 2,5 und 10,8 m):

Z 0 nach Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg

DK 0 nach Deponieverordnung

Somit kann der durch die Proben "C 518" und "C 519" repräsentierte Boden einer freien Wiederverwertung zugeführt werden, sofern es eine Möglichkeit zur Wiederverwertung gibt. Ist dies nicht der Fall, könnte die Entsorgung auf einer Erddeponie erfolgen. Hierbei dürfen keine Fremdanteile in das Aushubmaterial eingemischt werden. Sollte der Boden Fremdanteile aufweisen, so muss eine Ablagerung gem. Deponieklasse DK 0 in Erwägung gezogen werden und es ist mit Mehrkosten zu rechnen. Bei Entsorgung auf einer Deponie ist generell davon auszugehen, dass der Boden in Haufwerken je 500 t gelagert und vor der Entsorgung jedes Haufwerk beprobt werden muss (mind. 2 Analysen je 500 t, bei fehlender Homogenität weitere Untersuchungen auf die Schlüsselparameter notwendig). Hier

können sich dann auch ungünstigere Zuordnungen als DK 0 (aber auch andere Zuordnungen als Z 0) ergeben. Nach Vorlage der Analyseergebnisse können die Haufwerke dann entsorgt werden. Die genaue Vorgehensweise ist im Vorfeld mit dem Deponiebetreiber abzuklären.

8. Auswertung im Hinblick auf die Aufgabenstellung - Kanal/Straße

8.1 Kanalbau

Aktuell ist für das Baugebiet nur der Bebauungsplan vorhanden. Die Erschließung betreffend sind noch keine Planungsunterlagen vorhanden. Vermutlich werden ein Regen- und ein Abwasserkanal zur Ausführung kommen. Zur Ausarbeitung des Gutachtens soll von einer Verlegetiefe des Regenwasserkanals mit ca. 2,5 m Tiefe und des Abwasserkanals mit ca. 4 m ausgegangen werden. In den auf den nachfolgenden Seiten aufgeführten Tab. 21.1 bis 21.2 sind die geologischen Verhältnisse in den im Bereich der Erschließungsstraßen abgeteuften Kleinbohrungen in der Tiefe der jeweiligen Kanalsohlen zusammengefasst.

Punkt	Höhe m NN	Lage	KS m unter OKG	Geologische Verhältnisse in und unter KS	Hydrogeologische Verhältnisse	Bemerkung
BS 3	254,75	NW-Ecke	252,25 RW	Auelehm, weich; ab -1,60 m unter KS Talschutt, weich; ab -4,20 m verwitt. Gipskeuper, halbfest; ab -7,90 m fest bis -8,00 m unter KS	Grundwasser bei 0,26 m über KS	Grabenwände in er unteren Hälfte nicht standsicher
			250,75 AW	Auelehm, weich; ab -0,10 m unter KS Talschutt, weich; ab -2,70 m verwitt. Gipskeuper, halbfest; ab -6,40 m fest bis -6,50 m unter KS	Grundwasser bei 1,76 m über KS	Grabenwände in den unteren zwei Dritteln nicht standsicher
BS 4	258,08	NE-Ecke	255,58 RW	Hanglehm, steif; ab -0,10 m unter KS Auelehm, weich; ab -1,80 m Talschutt, weich; ab -3,00 m Talkiese, weich; ab -3,90 m Talschutt, steif-halbfest; ab -4,70 m Talkiese, halbfest; ab -7,00 m verwitt. Gipskeuper, steif; ab -8,20 m fest bis -8,30 m unter KS	Grundwasser bei 2,40 m unter KS	Grabenwände kurzzeitig standsicher
			254,08 AW	Auelehm, weich; ab -0,30 m unter KS Talschutt, weich; ab -1,50 m Talkiese, weich; ab -2,40 m Talschutt, steif-halbfest; ab -3,20 m Talkiese, halbfest; ab -5,50 m verwitt. Gipskeuper, steif; ab -6,70 m fest bis -6,80 m unter KS	Grundwasser bei 0,90 m unter KS	Grabenwände im unteren Drittel nicht standsicher
BS 5	256,00	W-Seite	253,50 RW	Hanglehm, steif; ab -0,10 m unter KS Auelehm, weich; ab -0,40 m Sumpfton, weich; 1,30 m Talkies, mitteldicht; ab -4,00 m Verwitterungslehm, steif; ab -4,30 m verwitt. Gipskeuper, steif-halbfest; ab -6,20 m fest bis -6,50 m unter KS	Grundwasser bei 0,23 m unter KS	Grabenwände kurzfristig standsicher
			252,00 AW	Talkies, mitteldicht; ab -2,50 m unter KS Verwitterungslehm, steif; ab -2,80 m verwitt. Gipskeuper, steif-halbfest; ab -4,70 m fest bis -5,00 m unter KS	Grundwasser bei 1,27 m über KS	Grabenwände im unteren Drittel nicht standsicher
BS 6	258,80	E-Seite	256,30 RW	Hanglehm, fest; ab -0,20 m unter KS steif; ab -0,40 m Hangschutt fest bis -0,50 m unter KS	kein Grundwasser angetroffen	Grabenwände kurzfristig standsicher
			254,80 AW	1,00 m unter Aufschlusstiefe, vermutlich verwitt. Gipskeuper, fest		Grabenwände kurzfristig standsicher

RW = Regenwasserkanal, AW = Abwasserkanal, OKG = Oberkante best. Gelände, KS = Kanalsohle

Tab. 21.1 : Verhältnisse beim Kanalbau

Punkt	Höhe m NN	Lage	KS m unter OKG	Geologische Verhältnisse in und unter KS	Hydrogeologische Verhältnisse	Bemerkung
BS 7	258,10	Mitte, Straße	255,60 RW	Hanglehm, steif; ab -0,70 m unter KS Sumpfton, steif; ab -1,85 m weich; ab -1,95 m Auelehm, weich; ab -2,80 m Talschutt, breiig; ab -3,20 m Talkiese, steif-weich; ab -4,70 m Talschutt, fest bis -4,80 m unter KS	Grundwasser bei -0,67 m unter KS	Grabenwände kurzfristig standsicher
			254,10 AW	Sumpfton, steif; ab -0,35 m weich; ab -0,45 m Auelehm, weich; ab -1,30 m Talschutt, breiig; ab -1,70 m Talkiese, steif-weich; ab -3,20 m Talschutt, fest bis -3,30 m unter KS	Grundwasser bei 0,83 m über KS	Grabenwände kurzfristig standsicher
BS 8	260,10	E-Seite, Straße	257,60 RW	Hanglehm, steif; ab -1,10 m unter KS steif-weich; ab -1,60 m steif-halbfest; ab -2,20 m halbfest; ab -2,80 m steif-halbfest; ab -3,50 m Verwitterungslehm, steif-halbfest; ab -6,20 m Hangschutt, steif; ab -6,50 m Verwitterungslehm, weich; ab -6,80 m Hangschutt, fest bis -6,90 m unter KS	Grundwasser bei -2,69 m unter KS	Grabenwände kurzfristig standsicher
			256,10 AW	Hanglehm, steif-weich; ab -0,10 m unter KS steif-halbfest; ab -0,70 m halbfest; ab -1,30 m steif-halbfest; ab -2,00 m Verwitterungslehm, steif-halbfest; ab -4,70 m Hangschutt, steif; ab -5,00 m Verwitterungslehm, weich; ab -5,30 m Hangschutt, fest bis -5,40 m unter KS	Grundwasser bei -1,19 m unter KS	Grabenwände mit Ausnahme des untersten Bereichs kurzfristig standsicher
BS 9	256,45	SW-Ecke	253,95 RW	Bindiger Talsand, weich; ab -0,80 m unter KS Talkies, mitteldicht; ab -3,00 m Verwitterungslehm, steif-weich; ab -4,30 m ver Witt. Gipskeuper, steif; ab -6,20 m fest bis -6,50 m unter KS	Grundwasser bei 0,68 m über KS	Grabenwände mit Ausnahme des untersten Bereichs kurzfristig standsicher
			252,45 AW	Talkies, mitteldicht; ab -1,50 m unter KS Verwitterungslehm, steif-weich; ab -2,80 m ver Witt. Gipskeuper, steif; ab -4,70 m fest bis -5,00 m unter KS	Grundwasser bei 2,18 m über KS	Grabenwände in der unteren Hälfte nicht standsicher
BS 10	260,20	SE-Ecke	257,70 RW	Übergangsbereich Verwitterungslehm, halbfest/ver Witt. Gipskeuper, halbfest; ab 1,10 m unter KS ver Witt. Gipskeuper, fest bis -3,00 m unter KS	kein Grundwasser angetroffen	Grabenwände kurzfristig standsicher
			256,20 AW	Ver Witt. Gipskeuper, fest bis -1,50 m unter KS	kein Grundwasser angetroffen	Grabenwände kurzfristig standsicher

RW = Regenwasserkanal, AW = Abwasserkanal, OKG = Oberkante best. Gelände, KS = Kanalsohle

Tab. 21.2 : Verhältnisse beim Kanalbau

8.1.1 Rohraufleger

Wie den vorangegangenen Tab. 21.1 und 21.2 entnommen werden kann, befinden sich die Rohrsohlen des Regenwasser- bzw. Abwasserkanals in weichem Auelehm oder Talschutt, in Hanglehm mit steifer, steif-weicher oder fester Konsistenz, in steifem Sumpfton, oder in verwittertem Gipskeuper mit halbfest-fester bis fester Konsistenz befinden. In aufgeweichten Schichten bzw. organischen Böden in Gestalt des Sumpftons kann nach DIN 4033 nicht von einer ausreichenden Ausbildung des Auflagers bzw. der Leitungszone ausgegangen werden. Es empfiehlt sich die Grabensohle tiefer auszuheben und gegen ein Auflager aus verdichtungsfähigem Material, beispielsweise aus Sand, Kiessand mit Größtkorn 20 mm, Brechsand oder Splitt mit Größtkorn 11 mm auszutauschen. Die Mindestaustauschmächtigkeit beträgt in Abhängigkeit vom Rohrdurchmesser $100 \text{ mm} + 1/10 d$. Bei Rohren DN 500 oder größer ist die Austauschmächtigkeit nach der Beziehung $100 \text{ mm} + 1/5 d$ zu ermitteln. Zwischen anstehendem Boden und Bodenaustausch ist ein Geotextil mind. der Robustheitsklasse GRK 3 zwischenzuschalten.

8.1.2 Kanalgrabenböschungen

Zur Vermeidung von größeren Aushubmassen empfiehlt es sich die Kanalgrabenböschungen unter Zuhilfenahme eines konventionellen Kanalgrabenverbau zu sichern. Da sich diese bereichsweise in aufgeweichten Schichten befinden, kann es u.U. sein, dass vor Einbringen des wandernden Verbauelements Nachbrüche aus den Böschungswänden auftreten. In diesem Fall wäre ein sogenannter Gleitschienenverbau erforderlich, bei dem der Verbau sukzessive mit dem Aushub eingebracht wird.

Bei einer freien Abböschung könnte in Bereichen mit aufgeweichten Schichten nur ein Böschungswinkel von 45° gewählt werden. Im Ausstrichbereich von mind. steifen Schichten wäre ein Böschungswinkel von 60° möglich. Sämtliche Böschungskörper sind mit einer Plastikfolie gegen Oberflächenwasser und Witterungseinflüsse zu schützen. Die einzelnen Bahnen sind unter Zuhilfenahme von Holzlatten und Eisenbügeln ausreichend gegen Windkräfte zu schützen. An der Böschungskrone ist ein mind. 1 m breiter, lastfreier Streifen einzuhalten. Zudem ist hier durch Erdwülste oder Entwässerungsgräben dafür zu sorgen, dass kein Oberflächenwasser unter die Plastikplanen gelangen kann.

Bei der Herstellung der Kanalgräben sind die entsprechenden Vorschriften der DIN 4124 „Baugruben und Gräben“ zu berücksichtigen.

8.1.3 Verfüllung der Leitungsgräben

Sollen Setzungen der Kanalgrabenverfüllung vermieden werden, ist die Verfüllung nach technischen Regelwerken vorzunehmen. Hinsichtlich der Verfüllung von Leitungsgräben gibt die ZTVA-StB 97/06 die nachfolgend in Tab. 22 zusammengestellten Verdichtungsanforderungen vor.

Anzustrebende Verdichtungsgrade im Kanalbau		
Grobkörnige Böden		
Bereich	Bodengruppen	D _{Pr} in %
bis 0.5 m unter Planum	GW, GI, GE, SW, SI, SE	100
0.5 m bis Leitungszone	GW, GI, GE, SW, SI, SE	98
Leitungszone	generell D _{Pr} = 97 %	
Gemischtkörnige und bindige Böden		
Bereich	Bodengruppen	D _{Pr} in %
bis 0.5 m unter Planum	GU, GT, SU, ST	100
	GU*, GT*, SU*, ST*, UL, UM, TL, TM	97
0.5 m bis Leitungszone	GU, GT, SU, ST, OH, OK	97
	GU*, GT*, SU*, ST*, UL, UM, TL, TM	95
Leitungszone	generell D _{Pr} = 97 %	
<i>Luftporenanteil bei Böden der Bodengruppen GU*, GT*, SU*, U, T max. 12 %.</i>		

Tab. 22 : Verdichtungsanforderungen

Nachstehend sind die Eingruppierungen der verschiedenen Böden in die Verdichtbarkeitsklassen gem. ZTVE (ZTVE StB 09, Tabelle 81; Kommentar FLOSS) in Tab. 23 aufgeführt. Die In den Kleinbohrungen angetroffenen Bodenarten wurden hierbei fett unterlegt dargestellt.

Verdichtbarkeitsklasse	Kurzbeschreibung	Bodenart n. DIN 18 196
V 1 (gut verdichtbar)	nichtbindige bis schwach bindige, grobkörnige und gemischtkörnige Böden	GW,GI,GE,SW,SI,SE, GU,GT,SU,ST
V 2 (mittelgut verdichtbar)	bindige, gemischtkörnige Böden	GU*,GT*,SU*,ST*
V 3 (weniger gut verdichtbar)	bindige, feinkörnige Böden	TL,TM,UL,UM,(TA,UA)
* = gemischtkörnige Böden		
Die in DIN 18196 aufgeführten Böden der Bodengruppen HN, HZ, F, OU, OT, OK und UA sowie TA sind für das Verfüllen von Leitungsgräben nicht geeignet.		

Tab. 23 : Einstufung von Böden in Verdichtbarkeitsklassen

Die Angabe der Verdichtbarkeitsklasse sagt allerdings noch nichts über die generelle Einbaubarkeit aus. So eignen sich z.B. bindige Böden der Klassen V 2 und V 3 bei zu hohen natürlichen Wassergehalten ohne zusätzliche Maßnahmen nicht zum Wiedereinbau.

Im Bereich des Baugebiets werden bei Kanalarbeiten für den Regenwasser- bzw. den Abwasserkanal bis in max. 4 m Tiefe unter OK Gelände als Aushubmaterial Auffüllung, Auelehm, Sumpfton, bindiger Talsand, Talkies, Hanglehm, Hangschutt, Verwitterungslehm und der verwitterte Gipskeuper anfallen. Es handelt sich hierbei um rollige Böden (Schottermaterial von Wegbefestigungen) der Bodenklasse GU und GW, um gemischtkörnige Böden der Bodenklassen GU*, SU* und ST* (Auelehm, bindiger Talsand, Talkies, Hanglehm, Hangschutt, Verwitterungslehm), um bindige Böden der Bodengruppen UM, TM, UL, TL (Auelehm, Talschutt, Hanglehm, Verwitterungslehm, verwitterter Gipskeuper) und um organische Böden der Bodengruppe OT und OU (Sumpfton). Die organischen Sumpftone sind nicht für den Wiedereinbau geeignet. Die Konsistenz der bindigen und gemischtkörnigen Ablagerungen reicht von weich bis fest. Nach der ZTVA-StB 09 sind für die Verfüllzone i.d.R. Böden der Verdichtbarkeitsklasse V 1 zu verwenden. Diese Voraussetzung wäre lediglich bei den Schottermaterialien der Wegbefestigungen gegeben. Für die Böden der Verdichtbarkeitsklasse V 2 und V 3 muss bei geforderter 100 %-iger Proctordichte der Einbauwassergehalt etwa dem beim Proctorversuch ermittelten optimalen Wassergehalt entsprechen.

Erfahrungsgemäß liegen die Böden mit steif-halbfester bis halbfester Konsistenz im Bereich des Optimums. Böden mit geringerer Konsistenz müssen mit einem geeigneten Bindemittel verbessert werden oder es ist geeignetes Fremdmaterial einzubauen. Zur Bodenverbesserung kann sowohl Weißfeinkalk als auch ein anderes Mischbindemittel (Kalk-Zement-Gemisch) wie z.B. Dorosol herangezogen werden. Nähere Angaben hierzu können dem Abschn. 7.6 auf Seite 21 entnommen werden. Für den Auelehm und Hanglehm konnte auf Grundlage der Konsistenzgrenzenbestimmungen eine mittlere Bindemittelzugabemenge von 50-60 kg/m³ bestimmt werden.

Im Übrigen verweise ich auf die entsprechenden Abschnitte der ZTVE - StB 09, wo nähere Angaben zum Verfüllen, zu den Baustoffen und zum Einbau und Verdichten (mit Verdichtungsgerät und empfohlenen Übergängen in Abhängigkeit der Bodenart) aufgeführt werden.

8.1.4 Wasserhaltung

Im Abschn. 5 auf Seite 10 wird die Grundwassersituation im Untersuchungsgebiet beschrieben. In den meisten Kleinbohrungen konnte nach Bohrende ein Grundwasserspiegel im Bohrloch gemessen werden.

Den Tab. 21.1 und 21.2 auf den Seiten 29 und 30 kann zudem entnommen werden, in welchen Bereichen des Baugebiets bei den angenommenen Sohl-tiefen von 2,5 bzw. 4 m des Regenwasser- bzw. Abwasserkanals mit Grundwasser in den Gräben zu rechnen ist. Es handelt sich hierbei um den westlichen, dem Beutelsbach zugewandten Bereich.

Wird beim Aushub eine Grundwasserführung festgestellt, so sind im Bereich der Schächte Sperrriegel entweder aus Beton oder aus sehr gering durchlässigem binden Boden einzubauen, um Grundwasserlängsläufigkeiten zu verhindern. Beim Einbau von Boden muss dessen Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k_f unter 5×10^{-10} m/sec liegen (Einbau in Lagen von 20 cm und Verdichtung auf mind. 97 % Proctordichte, Luftporengehalt <12 %).

Es empfiehlt sich in der Ausschreibung eine Position Wasserhaltung vorzusehen. Diese kann mit einer herkömmlichen Schmutzwasserpumpe, mit einer Förderrate von ca. 5 l/s, bewältigt werden kann. Die Grabensohle muss während der Arbeiten durch geeignete Maßnahmen (ggf. Sickerpackungen oder -leitungen) für die Verlegung wasserfrei gehalten werden. Das den Gräben zutretende Wasser ist in einem Pumpensumpf zu sammeln und dem nächsten Vorfluter zuzuführen. Das Grundwasser ist nach der Grundwasserprobe WP BS 8 (s. Anlage 22) als nicht betonaggressiv einzustufen.

8.2 Straßenbau

Pläne zum Straßenbau liegen aktuell noch nicht vor. Das Baugebiet soll zunächst über eine Querstraße zur Buchhaldenstraße, auf Höhe der Hölderlinstraße, erschlossen werden. Von dieser Querstraße aus werden die im südlichen Baugebiet vorhandenen Wohnhäuser über eine u-förmige Straße angeschlossen. Zusätzlich werden über eine Stichstraße nach Nordwesten zu weitere Häuser angebunden. Schließlich soll die bestehende Wiesentalstraße ab der Abzweigung von der Mühlbergstraße, auf einer Länge von ca. 50 m, ausgebaut werden.

Nach den im Bereich der Straßenbaumaßnahme gelegenen Kleinbohrungen BS 3 und BS 7 bis BS 10 wird auf Planumshöhe Auelehm, Hanglehm oder Verwitterungslehm austreichen. Zunächst einmal soll auf die Frostempfindlichkeit dieser Schichten eingegangen

werden. Die verschiedenen Böden werden nach der ZTVE-StB 09 hinsichtlich ihrer Frostempfindlichkeit in verschiedene Frostempfindlichkeitsklassen gestellt (s. hierzu Tab. 16 auf Seite 20. Die auf Planumshöhe anstehenden Schichten können einheitlich der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 zugeordnet werden, d.h. der Boden ist als sehr frostempfindlich zu charakterisieren.

Bei den zu erstellenden Straßen im geplanten Baugebiet wird es sich nach der neuen RStO 12 um die Belastungsklasse Bk0,3 handeln. Dies entspricht einer jährlichen Beanspruchung (B-Zahl) von max. 300.000 Achsübergängen mit jeweils 10 t. Das Untersuchungsgebiet befindet sich nach der in der ZTVE-StB 09 aufgeführten Karte der Frosteinwirkungszonen der Bundesrepublik Deutschland in der Zone I. Somit kann unter Berücksichtigung der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 und der Belastungsklasse Bk0,3 ein frostsicherer Oberbau in einer Mächtigkeit von mind. 0,50 m ermittelt werden.

Die Tragfähigkeit betreffend ist auf OK Erdplanum ein Verformungsmodul $E_{v2} > 45 \text{ MPa}$ erforderlich, auf OK Tragschicht bei Belastungsklasse Bk1,0 von 100 MPa. Erfahrungsgemäß wird auf dem in Planumshöhe, nach Abtrag des humosen Oberbodens, anstehenden Auelehm, Hanglehm oder Verwitterungslehm mit halbfester Konsistenz eine Tragfähigkeit von max. ca. 10 MPa zu erreichen. Folglich müssen hier Bodenverbesserungsmaßnahmen in Form eines Bodenaustausches (z.B. Grobschotter 0/100 oder geringbindiger Siebschutt) oder einer Bodenstabilisierung, in einer Mächtigkeit von ca. 40-50 cm erfolgen. Zur Bestimmung der erforderlichen Bindemittelzugabemenge empfiehlt es sich bei Beginn der Arbeiten Proctorversuche und Bestimmungen des natürlichen Wassergehalts des Bodens auf Planumshöhe durchzuführen. Weitere Angaben hierzu können auch dem Abschn. 7.6 auf Seite 21 entnommen werden. Um auf OK Planum den geforderten Tragfähigkeitswert von 45 MN/m^2 zu erreichen, müsste bei den vorliegenden, feinkörnigen Böden eine Proctordichte von mind. 97 % angestrebt werden. Bei einem Bodenaustausch ist die Einschaltung eines Geotextils (mind. Robustheitsklasse GRK 3) erforderlich, damit die Einarbeitung des grobkörnigen Materials in den bindigen Untergrund verhindert wird.

Bei einer Bodenverbesserung ist zu beachten, dass während und unmittelbar nach der Maßnahme keine Niederschläge auftreten dürfen, die ein Abbinden des Kalkes verhindern würden, wodurch die erforderliche Festigkeit des Bodens nicht erreicht wird (gilt auch für Bodenverbesserung von Kanalgrabenverfüllung). Nach dem Verdichten von bindigem Boden mit einer Schafffußwalze ist vor Regenereignissen das Planum mit einer Glattmantelwalze so abzuwalzen, dass evtl. zutretendes Oberflächenwasser an der Oberfläche abfließen kann und punktuelle Wasseransammlungen mit damit einhergehenden Aufweichungen ausgeschlossen werden können.

Im Zuge des Kalkauftrags kann dieser bei ungünstigen Windverhältnissen evtl. in Richtung auf die angrenzende Bebauung verweht werden. Dort können dann an den Häusern oder an Fahrzeugen Schäden infolge der ätzenden Wirkung von Weißfeinkalk auftreten. Bei Verwendung eines Kalk-Zement-Gemisches wird das Risiko der Verwehung durch eine höhere Dichte des Materials verringert. Zusätzlich kämen auch geschlossene Systeme für die Vermischung von Bindemittel und Boden in Frage. Generell sind beim Verkalken die ZTVE-StB 09 und das Merkblatt für Bodenverbesserung und Bodenverfestigung mit Kalk (Herausgeber: Bundesverband der Deutschen Kalkindustrie e.V., Ausgabe 2004) zu beachten.

9. Auswertung im Hinblick auf die Aufgabenstellung - Gebäude

9.1 Angaben zu den Bauwerken

Genaue Angaben zu den Bauwerken liegen noch nicht vor. Geplant sind Ein- und Mehrfamilienhäuser. Die Erdgeschosshöhen sind im Bebauungsplan bereits aufgeführt. Zur Ausarbeitung des Gutachtens wird zum einen von nichtunterkellerten Bauwerken ausgegangen mit einer Gründungstiefe bei ca. 1 m unter OK Gelände und zum anderen von unterkellerten Bauwerken mit Fundamentsohlen bei ca. 3 m unter OK Gelände.

9.1.1 Gründungsmöglichkeiten für nichtunterkellerte Gebäude

Für die nicht unterkellerten Gebäude soll von einer frostfreien Gründung in einer Tiefe von ca. 1 m unter der jeweiligen EFH ausgegangen werden. Innenliegende Fundamente würden unter Berücksichtigung eines 0,15 m mächtigen Bodenaufbaus, einer 0,2 m mächtigen Bodenplatte und von mind. 0,5 m tief einschneidenden Fundamentkörpern mit 0,85 m unter EFH nur geringfügig höher zu liegen kommen. Die geologischen Verhältnisse in einer Gründungstiefe von 1 m unter EFH und in relevanter Tiefe unterhalb der Gründungssohlen (GS) sind in der auf nachfolgender Seite dargestellten Tab. 24 enthalten (Aufzählung der Untersuchungspunkte von Nord nach Süd sowie West nach Ost).

Punkt	Höhe m NN	Bereich	GS mNN	in und unter GS anstehender Boden
BS 3	254,75	NW-Ecke	253,75	Auelehmer, halbfest; ab -0,50 m unter GS weich; ab -3,10 m Talschutt, weich; ab -5,70 m verwitterter Gipskeuper, halbfest; ab -9,40 m fest bis -9,50 m unter GS; Grundwasser bei -1,24 m unter GS
BS 4	258,08	NO-Ecke	257,08	Hanglehmer, steif-halbfest; ab -0,70 m unter GS steif; ab -1,60 m Auelehmer, weich; ab -3,30 m Talschutt, weich; ab -4,50 m Talkiese, weich; ab -5,40 m Talschutt, steif-halbfest; ab -6,20 m Talkiese, halbfest; ab -8,50 m verwitterter Gipskeuper, steif; ab -9,70 m fest bis -9,80 m unter GS; Grundwasser bei -3,90 m unter GS
BS 5	256,00	W-Seite	255,00	Hanglehmer, halbfest; ab -0,30 m unter GS steif; ab -1,60 m Auelehmer, weich; ab -1,90 m Sumpfton, weich; ab -2,80 m Talkiese, mitteldicht; ab -5,50 m Verwitterungslehmer, steif; ab -5,80 m verwitterter Gipskeuper, steif-halbfest; ab -7,70 m fest bis -8,00 m unter GS; Grundwasser bei -1,73 m unter GS
BS 6	258,80	E-Seite, nördlich	257,80	Hanglehmer, halbfest-fest; ab -0,70 m unter GS steif; ab -1,40 m fest; ab -1,70 m steif; ab -1,90 m Hangschutt, fest bis -2,00 m unter GS; kein Grundwasser angetroffen
BS 7	258,10	Mitte, südlich	257,10	Hanglehmer, halbfest; ab -0,50 m steif; ab -2,20 m Sumpfton, steif; ab -3,35 m weich; ab -3,45 m Auelehmer, weich; ab -4,30 m Talschutt, breiig; ab -4,70 m Talkiese, steif-weich; ab -6,20 m Talschutt, fest bis -6,30 m unter GS; Grundwasser bei -2,17 m unter GS
BS 8	260,10	E-Seite, südlich	259,10	Hanglehmer, halbfest; ab -0,70 m unter GS steif-halbfest; ab -1,20 m steif; ab -2,60 m steif-weich; ab -3,10 m steif-halbfest; ab -3,70 m halbfest; ab -4,30 m steif-halbfest; ab -5,00 m Verwitterungslehmer, steif-halbfest; ab -7,70 m Hangschutt, steif; ab -8,00 m Verwitterungslehmer, weich; ab -8,30 m Hangschutt, fest bis -8,40 m unter GS; Grundwasser bei -4,19 m unter GS
BS 9	256,45	SW-Ecke	255,45	Übergangsbereich Hanglehmer, halbfest/steif-halbfest; ab -0,80 m unter GS Sumpfton, steif-halbfest; ab -1,20 m bindiger Talsand, weich; ab -2,30 m Talkiese, mitteldicht; ab -4,50 m Verwitterungslehmer, steif-weich; ab -5,80 m verwitterter Gipskeuper, steif; ab -7,70 m fest bis -8,00 m unter GS; Grundwasser bei -0,82 m unter GS
BS 10	260,20	SE-Ecke	259,20	Verwitterungslehmer, halbfest; ab -1,50 m unter GS verwitterter Gipskeuper, halbfest-fest; ab -2,60 m fest bis -4,50 m unter GS; kein Grundwasser angetroffen

Tab. 24 : Bodenverhältnisse in u. unter Fundamentsohle (=GS), nicht unterkellerte Häuser

Die vorangegangene Tab. 24 zeigt, dass sich die Gründungssohlen für nicht unterkellerte Gebäude in Hanglehmer oder Auelehmer mit Konsistenzen zwischen steif-halbfest und halbfest-fest befinden. Meistens ist hier jedoch in gründungsrelevanter Tiefe mit einer Verschlechterung der Konsistenzen zu rechnen. In der Südostecke des Baugebiets kann zudem halbfester Verwitterungslehmer auftreten, welcher dann rasch in einen verwitterten Gipskeuper mit mind. halbfest-fester Konsistenz übergeht.

Für die konventionelle Gründung im Auelehm oder Hanglehm mit mind. steif-halbfester Konsistenz kann eine Bodenpressung (Designwert) von 210 kN/m² in Ansatz gebracht werden. Setzungen sind bei dieser Art von Gründung in der Größenordnung von 2-4 cm zu erwarten, wobei es sich bei einem Drittel dieses Betrags um Sofortsetzungen handelt, die noch während der Bauphase abklingen werden.

Es empfiehlt sich im Einzelfall die Gründungssituation mittels weiterer Kleinbohrungen oder durch Schürftgruben zu überprüfen.

9.1.2 Gründungsmöglichkeiten für unterkellerte Gebäude

Für die unterkellerten Gebäude soll von einer Gründung in einer Tiefe von ca. 3 m unter OK Gelände ausgegangen werden. Die geologischen Verhältnisse in der Gründungstiefe und in relevanter Tiefe unterhalb der Gründungssohlen (GS) sind in nachfolgender Tab. 25 enthalten (Aufzählung der Kleinbohrungen von Nord nach Süd sowie West nach Ost).

Punkt	Höhe m NN	Bereich	GS mNN	in und unter GS anstehender Boden
BS 3	254,75	NW-Ecke	251,75	Auelehm, weich; ab -1,10 m unter GS Talschutt, weich; ab -3,70 m verwitt. Gipskeuper, halbfest; ab -7,40 m fest bis -7,50 m unter GS; Grundwasser bei 0,76 m über GS
BS 4	258,08	NO-Ecke	257,08	Auelehm, weich; ab -1,30 m unter GS Talschutt, weich; ab -2,50 m Talkiese, weich; ab -3,40 m Talschutt, steif-halbfest; ab -4,20 m Talkiese, halbfest; ab -6,50 m verwitt. Gipskeuper, steif; ab -7,70 m fest bis -7,80 m unter GS; Grundwasser bei -1,90 m unter GS
BS 5	256,00	W-Seite	253,00	Sumpfton, weich; ab -0,80 m unter GS Talkiese, mitteldicht; ab -3,50 m Verwitterungslehm, steif; ab -3,80 m verwitt. Gipskeuper, steif-halbfest; ab -5,70 m fest bis -6,00 m unter GS; Grundwasser bei 0,27 m über GS
BS 6	258,80	E-Seite, nördlich	255,80	entspricht der Aufschlusstiefe, darunter vermutlich Hangschutt oder verwitt. Gipskeuper, jeweils fest; kein Grundwasser angetroffen
BS 7	258,10	Mitte, südlich	255,10	Hanglehm, steif; ab -0,20 m unter GS Sumpfton, steif; ab -1,35 m weich; ab -1,45 m Auelehm, weich; ab -2,30 m Talschutt, breiig; ab -2,70 m Talkiese, steif-weich; ab -4,20 m Talschutt, fest bis -4,30 m unter GS; Grundwasser bei -0,17 m unter GS
BS 8	260,10	E-Seite, südlich	257,10	Hanglehm, steif; ab -0,60 m unter GS steif-weich; ab -1,10 m steif-halbfest; ab -1,70 m halbfest; ab -2,30 m steif-halbfest; ab -3,00 m Verwitterungslehm, steif-halbfest; ab -5,70 m Hangschutt, steif; ab -6,00 m Verwitterungslehm, weich; ab -6,30 m Hangschutt, fest bis -6,40 m unter GS; Grundwasser bei -2,19 m unter GS
BS 9	256,45	SW-Ecke	253,45	bindiger Talsand, weich; ab -0,30 m unter GS Talkiese, mitteldicht; ab -2,50 m Verwitterungslehm, steif-weich; ab -3,80 m verwitt. Gipskeuper, steif; ab -5,70 m fest bis -6,00 m unter GS; Grundwasser bei 1,18 m über GS
BS 10	260,20	SE-Ecke	257,20	verwitt. Gipskeuper, halbfest-fest; ab -0,60 m unter GS fest bis -2,50 m unter GS; kein Grundwasser angetroffen

Tab. 25 : Bodenverhältnisse in u. unter Fundamentsohle (=GS), unterkellerte Häuser

Aus Tab. 25 ist ersichtlich, dass sich die vorgesehenen Gründungssohlen bei einer Unterkellerung im talseitigen und nördlichen Baugebietsbereich in Auelehm, Sumpfton oder bindigem Talsand mit jeweils lediglich weicher Konsistenz befinden. Weiterhin ist im Bereich der Kleinbohrungen BS 7 und BS 8 Hanglehm mit steifer Konsistenz zu erwarten. Allerdings kann sich in gründungsrelevanter Tiefe die Konsistenz verschlechtern oder es steht ein organischer Boden in Gestalt des Sumpftons an. In der Südostecke des Baugebiets wird bei einer Unterkellerung schon der verwitterte Gipskeuper mit mind. halbfest-fester Konsistenz zu erwarten sein.

Mit Ausnahme des südöstlichen Bereichs ist für unterkellerte Gebäude von einer konventionellen Gründung wegen geringer Konsistenz oder organischer Lagen abzusehen. Hier kann die Lastabtragung über die verstärkte Bodenplatte oder eine Tiefengründung in den verwitterten Gipskeuperschichten mit mind. halbfester Konsistenz erfolgen.

Bei der Lastabtragung über eine verstärkte Bodenplatte ist auf eine bestmögliche Aussteifung des Gebäudes zu achten. Zur Vordimensionierung kann ein Bettungsmodul von 5 MN/m^3 in Ansatz gebracht werden. Die detaillierten Baugrundverhältnisse sind im direkten Baufeld durch weitere Untersuchungen (Kleinbohrungen, Schürfgruben) zu erkunden. Sollten sehr ungleiche Untergrundverhältnisse auftreten, kann u.U. wegen Verkippungsgefahr diese Gründungsvariante nicht ausgeführt werden. Unter der Bodenplatte ist zusätzlich eine Ausgleichsschicht in einer Stärke von mind. 0,5 m aus gut verdichtbarem (100% Proctordichte) und tragfähigem Material einzubringen. Hierfür würde sich beispielsweise KFT-Material 0/45 oder 0/56 anbieten. Zwischen dem anstehenden, bindigen Boden und der Ausgleichsschicht ist ein Geotextil mind. der Robustheitsklasse GRK 2, bei Befahren GRK 3, auszulegen. Das genannte Material kann dann gleichzeitig die Funktion der Filterschicht unter der Bodenplatte übernehmen.

Sollte bauwerksbedingt, aus statischen oder geologischen Gründen eine Lastabtragung über die Bodenplatte ausscheiden, so käme eine Tiefengründung mittels Betonplomben im verwitterten Gipskeuper mit mind. halbfester Konsistenz in Frage. Nach den Kleinbohrungen BS 3, BS 4, BS 5 und BS 9, in denen der verwitterte Gipskeuper erreicht wurde, ist mit Mehrtiefen zwischen 3,7 und 7,7 m zu rechnen. In den übrigen Bereichen könnte dieser in den jeweiligen Endtiefen anstehen. Dies wäre allerdings durch nähere Untersuchungen (Schürfgruben, Kleinbohrungen, schwere Rammsondierungen) noch zu erkunden. Der verwitterte Gipskeuper kann mit einer Bodenpressung von 350 kN/m^2 (Designwert) belastet werden. Die zu erwartenden Setzungen werden hier bei 1-2 cm liegen, wobei es sich bei einem Drittel dieses Betrags um Sofortsetzungen handelt. In Anbetracht der zu erwartenden Mehrtiefen wird sich eine punktuelle Vertiefung mittels Betonplomben anbieten. Hierzu ist Beton mind. der Güteklasse C 20/25 zu verwenden, da mit Grundwasser gerechnet

werden muss. Vor Einbringen des Betons ist Grundwasser aus den Fundamentlöchern abzupumpen oder der Beton ist im Kontraktorverfahren einzubringen. Weil zudem bereichsweise weiche Schichten auftreten, empfiehlt sich der Einsatz eines Rundschalen-greifers und einer Verrohrung.

Im südöstlichen Baugebiet wird der verwitterte Gipskeuper mit mind. halbfester Konsistenz vermutlich schon in der vorgesehenen Gründungtiefe einheitlich anstehen. In diesem Fall könnte die konventionelle Gründung mit einer Bodenpressung von 350 kN/m^2 (Designwert) erfolgen.

9.1.3 Erdbebenkräfte

Nach DIN 4149 und der aktuellen zugehörigen "Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg" (1. Auflage 2005) sind für das Baugebäude und das Bauvorhaben gem. DIN 4149 (Ausgabe April 2005) folgende Kenndaten maßgebend:

- Erdbebenzone 0 (Intensität 6 bis <6.5)
- Bemessungswert Bodenbeschleunigung $a_g = 0 \text{ m/sec}^2$
- geologische Untergrundklasse R (Gebiete mit felsartigem Gesteinsuntergrund)
- Baugrundklasse C (Gründung im Quartär) bzw. Baugrundklasse B (Gründung über Betonplomben in verwittertem Gipskeuper)
- Bedeutungskategorie II mit Bedeutungsbeiwert $\gamma_t = 1.0$

Da nach der Norm (Pkt. 1, (4)) der Grad der Erdbebengefährdung außerhalb der Erdbebenzonen 1-3 als gering einzuschätzen ist, muss diese Norm im vorliegenden Fall allerdings nicht angewandt werden.

Somit ist im vorliegenden Fall ein rechnerischer Nachweis der Erdbebensicherheit nicht erforderlich.

9.1.4 Aufbau unter den Bodenplatten

Im Aushubsohlenniveau wird nach Abschieben des humosen Oberbodens bei nicht unterkellerten Bauvorhaben Auelehm, Hanglehm oder Verwitterungslehm mit Konsistenzen zwischen steif-halbfest und halbfest-fest anstehen. Bei unterkellerten Bauvorhaben wird das Planum durch Auelehm oder bindigen Talsand, jeweils mit weicher Konsistenz, aus steifem Hanglehm, halbfestem Verwitterungslehm oder aus festem Hangschutt gebildet. Sollten keine erhöhten Anforderungen an die Bodenplatte bestehen, so können Böden mit mind. steifer Konsistenz als ausreichende Auflage erachtet werden. Es ist dann lediglich die

mind. 0,15 m mächtige Filterschicht, ausgelegt auf einem Geotextil mind. der Robustheitsklasse GRK 2, zu berücksichtigen. Bei weichem Auelehm und bindigem Talsand auf Planumshöhe ist ein Bodenaustausch in einer Mächtigkeit von ca. 20-30 cm gegen gut tragfähiges und verdichtbares Material vorzunehmen oder die Steifigkeit der Bodenplatte ist durch einen größeren Eisenanteil entsprechend zu erhöhen. Als Bodenaustausch kann jedes verdichtungsfähige witterungsbeständige Material eingesetzt werden (z.B. KFT-Material oder geringbindiger Siebschutt mit einem Anteil kl. 0,063 mm unter 10 Gew.-%). Der Bodenaustausch ist lagenweise einzubauen (Schüttstärke max. 20 cm) und auf mind. 100 % Proctordichte zu verdichten.

Erfolgt ein Befahren der Aushubsohle mit Baufahrzeugen, ist zusätzlich zu dem in obigem Absatz genannten Ausbau je nach Belastung durch den Baubetrieb und in Abhängigkeit von der Konsistenz des Bodens ein Bodenaustausch von 30-50 cm erforderlich (genaue Stärke kann dann vor Ort festgelegt werden), um die Ausbildung von Spurrinnen zu vermeiden bzw. Spurrinnen zu minimieren. In diesem Fall muss unter dem Bodenaustausch das Geotextil (mind. Robustheitsklasse GRK 3) eingebaut werden. Als Bodenaustausch kann jedes verdichtungsfähige, witterungsbeständige Material (s.o.) eingesetzt werden.

9.1.5 Maßnahmen zum Schutz gegen Grundwasser

Auf die Grundwassersituation wurde bereits im Abschn. 5 auf Seite 10 näher eingegangen. Nach den Kleinbohrungen ist bei Unterkellerungen im nordwestlichen und dem gesamten talseitigen Bereich mit Grundwasserzutritten in die Baugrube zu rechnen (s. auch Tab. 25 auf Seite 38). Das Grundwasser ist nach DIN 4030 als nicht betonaggressiv einzustufen (s. Anlage 22). Durch weitere Erkundungsmaßnahmen (Schürfgrube, Kleinbohrung, jeweils bis ca. 0,5 m unter Aushubsohle) könnten im direkten Baufeld nähere Erkenntnisse zum Grundwasser gewonnen werden und die Benennung des jeweiligen Bemessungswasserspiegels erfolgen. Nach Abfrage beim Hochwasserrisikomanagement des Landes Baden-Württemberg liegt die Bebauungsfläche außerhalb von Überschwemmungsgebieten.

In den oben genannten Bereichen mit Wasserzutritten oberhalb der Kellersohlen muss das Untergeschoss bis mind. auf die Höhe des Bemessungswasserspiegels druckwasserdicht ausgebildet und gegen Auftriebskräfte bemessen werden. Nach der aktuellen Norm DIN 18533-1 (Ausgabe Juli 2017) gilt dann die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E (≤ 3 m Wassersäule) bzw. W2.2-E (> 3 m Wassersäule). Um den Anstieg von Grundwasser über den empfohlenen Bemessungswasserstand hinaus zu verhindern, wird in Höhe Bemessungswasserstand eine Sicherheitsdrainage empfohlen, die dann, nach Rücksprache mit den

zuständigen Behörden, an den nächsten Vorfluter anzuschließen ist. Durch die Lage unterhalb des Bemessungswasserstandes ist die Unter- und Umläufigkeit des Bauwerkes zu sichern. Die Unterläufigkeit wird durch die empfohlene Filterschicht unter der Bodenplatte gewährleistet, die Umläufigkeit für das Grundwasser durch Verfüllung der Arbeitsräume bis auf Höhe der Sicherheitsdrainage mit wasserdurchlässigem, witterungsbeständigem Schüttgut (z.B. sandarmes oder sandfreies, unbelastetes, witterungsbeständiges Recyclingmaterial sofern es seitens des Umweltschutzamtes für den Einbau im Grundwasser bzw. im Grundwasserschwankungsbereich zugelassen ist oder Splitt-Schotter-Gemisch). Von OK Bemessungswasserstand bis OK Gelände ist dann bindiger Boden einzubauen (sofern die Abdichtung nicht durch den Belag erfolgt), um den Zutritt von Oberflächenwasser zum Arbeitsraum und zur empfohlenen Sicherheitsdrainage zu verhindern. Die Sicherheitsdrainage ist nach oben zu durch ein Geotextil gegen das Eindringen von Feinkornanteilen zu schützen. Bei der Unterläufigkeit ist zu beachten, dass hier alle Bereiche in hydraulischer Verbindung stehen müssen, d.h. bei Verstärkungen der Bodenplatte in Wandbereichen ist entweder unter diesen Verstärkungen ebenfalls die Filterschicht einzubauen oder es sind Durchbrüche alle max. 10 m vorzusehen (Einlegen von PVC-Rohren DN 50-100), damit auch innenliegende „Filterschichtfelder“ miteinander verbunden werden.

Für die außerhalb von Grundwassereinflüssen gelegenen, unterkellerten Wohngebäude wird der Schutz von erdberührten Bauwerksteilen nach DIN 18 533 gem. der Wassereinklassung W1.2-E: "Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden mit Dränung" geregelt. Eine sachgerechte Dränung nach DIN 4095 ist erforderlich, da sich infolge des wenig durchlässigen Untergrunds Wasser in den Arbeitsräumen ansammeln würde. Die Ringdrainage (Lage mind. 10 cm unter UK Bodenplatte, Durchmesser der Drainagerohre mind. 10 cm) muss mit der unter dem Gebäude vorzusehenden Filterschicht in hydraulischer Verbindung stehen (Durchstiche durch Streifenfundamente alle max. 5 m; Einlegen von Plastikrohren DN 100), damit unter der Bodenplatte anfallendes Wasser sich nicht aufstauen kann, sondern abfließt. Innenliegende „Filterschichtfelder“ sind ebenfalls miteinander zu verbinden. Die Drainage sollte im freien Gefälle in den Kanal entwässern können, um den Einsatz von Pumpen (regelmäßige dauerhafte Wartung erforderlich!) zu vermeiden. Die erdberührten Außenwände sind mittels geeigneter Abdichtungsmaterialien gegen Feuchtigkeit und Nässe zu schützen. Hierbei sind in Bezug auf Dichtheit, Beständigkeit, Dauerhaftigkeit, Zuverlässigkeit, etc. die Angaben im Kapitel 4.1 der DIN 18 533 zu beachten. Bei der Wahl der Abdichtungsbauart ist nach Tabelle 3 die Rissüberbrückungsklasse min. RÜ1-E zu berücksichtigen. Die in Frage kommenden Abdichtungsmaterialien für Bodenplatte und erdberührten Wände sind in der Tabelle 4 enthalten. Ferner sind bei der Wahl der Abdichtungsbauart die Rissklassen, in Abhängigkeit von den typischen Abdichtungsuntergründen (z.B. bei Stahlbeton R1-E), zu beachten.

9.1.6 Baugrubenböschungen

Für die im Untersuchungsgebiet angetroffenen Schichten können nach DIN 4124 die nachfolgend aufgeführten Böschungswinkel geltend gemacht werden.

1)	Böschungen bis 1.25 m Höhe:	senkrechte Böschung möglich	
2)	Böschungen bis 1.75 m Höhe:	bis 1.25 m Höhe senkrecht, darüber	50 Grad
3)	Böschungen bis 4.00 m Höhe:	Auelehm, Sumpfton, gemischtkörniger Talkies, Talschutt, Hanglehm, Hangschutt, Verwitterungslehm, verwitt. Gipskeuper, Konsistenz jeweils mind. steif	60 Grad
		Rollige Auffüllung, rolliger Talkies Auelehm, Sumpfton, bindiger Talsand, gemischtkörniger Talkies, Talschutt, Verwitterungslehm Konsistenz jeweils weich	45 Grad

Im talseitigen Bereich werden die Baugrubenböschungen z.T. nur unter einem Winkel von 45° oder unter 60° im oberen Bereich und darunter 45° hergestellt werden können, da hier in der unteren Hälfte weiche Schichten austreichen. Sämtliche Böschungskörper sind mit einer Plastikfolie gegen Oberflächenwasser und Witterungseinflüsse zu schützen. Die einzelnen Bahnen sind derart an der Böschungskrone zu befestigen, dass kein Oberflächenwasser unter sie gelangen kann. Ggf. sind hier Entwässerungsrinnen bzw. Beton- oder Asphaltwülste anzulegen. Zudem ist die Plastikfolie unter Zuhilfenahme von Holzlatten und Eisenbügeln ausreichend gegen Windkräfte zu schützen. An den Böschungskronen ist je nach Last ein 1-2 m breiter, lastfreier Schutzstreifen einzuhalten.

Am oberen Böschungsrand ist gem. DIN 4124 je nach Last oberhalb der Böschung ein mindestens 0,6 bis 2 m breiter lastfreier Schutzstreifen vorzusehen.

Der Nachweis der Standsicherheit nach DIN 4084 wird u.a. erforderlich bei:

- a) Überschreitung der Höhe von 5 m
- b) Überschreitung der angegebenen Böschungswinkel
- c) Gefährdung von Leitungen oder anderen bauwerklichen Anlagen
- d) neben Böschungskante mehr als 1:10 ansteigendes Gelände
- e) Auffüllung unmittelbar neben Schutzstreifen (mind. 0.6 m)
- f) Stapellasten von >10 kN/m² neben dem Schutzstreifen
- g) normale Verkehrslasten näher als 1 m zur Böschungskante
- h) schwere Fahrzeuge näher als 2 m zur Böschungsoberkante

Ist der Nachweis der Standsicherheit nicht möglich, ist die Böschung durch einen Verbau zu sichern.

9.1.7 Wasserhaltung

Nach den Kleinbohrungen ist bei Unterkellerungen im nordwestlichen und dem gesamten talseitigen Bereich mit Grundwasserzutritten in die Baugrube zu rechnen (s. auch Tab. 25 auf Seite 38). Während der Bauzeit ist bis zum Erreichen des auftriebssicheren Zustands eine Wasserhaltung in der Baugrube zu betreiben. Hierzu ist zufließendes Sickerwasser oder Grundwasser in Gräben zu sammeln, in einen oder zwei Pumpensümpfe zu leiten und von dort dem nächsten Vorfluter zuzuführen. Es muss darauf geachtet werden, dass die Böschungsfüße nicht durch stehendes Wasser aufgeweicht werden. Die Wasserhaltung müsste mit herkömmlichen Baustellenpumpen mit einer Leistung von bis zu 5 l/s zu bewerkstelligen sein.

9.1.8 Wasserrechtliche Gesichtspunkte

Da unterkellerte Bauvorhaben im talseitigen und nördlichen Baugebietsbereich ins Grundwasser reichen und eine Grundwasserhaltung erforderlich wird, sind die Arbeiten rechtzeitig vor Baubeginn beim Landratsamt Rems-Murr-Kreis, Umweltschutzamt, anzuzeigen. Für diese Arbeiten wird dann eine wasserrechtliche Erlaubnis nach §§ 8 und 9 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) erforderlich.

Für diesen Antrag ist das Bauvorhaben zu beschreiben und mit den entsprechenden Plänen (Ausführungspläne des Bauvorhabens, Schnitte, bei Tiefgründungen Ausführungspläne mit Lage und Durchmesser der Tiefgründungselemente) und den Untersuchungsergebnissen der Baugrunderkundung (Textteil und Anlagen mit Lage der Bohrpunkte, Schichtenprofile usw.) dem Landratsamt Rems-Murr-Kreis (Umweltschutzamt) in 3-facher Ausfertigung vorzulegen.

9.1.9 Aushub der Bodenklasse 6 und 7

Lagenweise können in den quartären Deckschichten feste Konsistenzen auftreten, wodurch der Boden in die Bodenklasse 6 zu stellen wäre. Bei evtl. zur Ausführung kommenden Tiefengründung im verwitterten Gipskeuper muss ebenfalls mit Bodenklasse 6 gerechnet werden.

9.1.10 Entsorgung von Aushubmaterial

Die ausführlichen Analysenergebnisse mit Bewertungsrichtlinien befinden sich im Abschn. 7.8 auf Seite 23. Aus den quartären Deckschichten und dem triassischen, verwitterten Gipskeuper wurde jeweils eine Mischprobe entnommen. Nach der Verwaltungsvorschrift können diese als Z 0-Material eingestuft werden. Sie stehen somit einer freien Wiederverwertung zur Verfügung. Nach der Deponieverordnung handelt es sich um DK 0-Material.

Bei der Ausschreibung sollten dennoch neben Preisen für Z 0 und DK 0 auch Preise bzw. Zuschläge für Z 0*, Z 1.1, Z 1.2 und Z 2 abgefragt werden, sowie für DK I, DK II und DK III.

10. Auswertung im Hinblick auf die Aufgabenstellung - Versickerung

Im Bebauungsplan ist im Anschluss an die Nordwestecke des Baugebiets eine Spielfläche mit einem Retentionsbecken vorgesehen, in welches Oberflächenwasser über den Regenwasserkanal zugeführt und weit möglichst einer Versickerung zugeführt werden soll.

Ausgehend von einer angenommenen Tiefe der Retentionsfläche mit ca. 1-2 m wird nach den Kleinbohrungen BS 1 und BS 2 ausschließlich Auelehm im Bereich der Sohle und der Wand anstehen. Ab Tiefen zwischen 2,2 und 2,4 m unter OK Gelände ist mit sandigen und kiesigen Ablagerungen des Beutelsbachs zu rechnen, und mit dem Grundwasserspiegel. Der Abstand vom tiefsten Punkt der Versickerungsanlage zum mittleren jährlichen höchsten Grundwasserspiegel (MHGW) muss mind. 1 m betragen. Somit könnte die Tiefe des Retentionsbeckens auf der Grundlage des Grundwasserspiegels am Untersuchungstag max. 1,2 m Tiefe aufweisen, unter Berücksichtigung des MHGW vermutlich entsprechend weniger.

Im Abschn. 7.2 auf Seite 16 wurde bereits näher auf die Durchlässigkeiten der in den Kleinbohrungen angetroffenen Schichten eingegangen. Für den Auelehm lassen sich nach den Konsistenzgrenzen Durchlässigkeitsbeiwerte in der Größenordnung von 2×10^{-06} bis 1×10^{-09} m/s abschätzen. Nach den Sickerversuchen (s. Abschn. 6 auf Seite 11) ließ sich nach Auswertung von SV 2, hier weist das Bohrloch eine Tiefe von 2 m auf und es wurde ausschließlich der Auelehm erschlossen, eine Durchlässigkeit von 10^{-06} bis 10^{-07} m/s ermitteln. Der Sickerversuch SV 1 reichte mit 3 m Tiefe bis in die Talkiese und erbrachte demzufolge

höhere Durchlässigkeiten zwischen 10^{-04} und 10^{-05} m/s. Demnach wäre der für das Retentionsbecken als relevant anzusehende Auelehm nach DIN 18 196 bestenfalls als schwach durchlässig ($k_f = 10^{-06}$ m/s) einzustufen.

Um eine Versickerung von anfallendem Wasser durchführen zu können, wird für die im Versickerungsbereich anstehenden Böden gem. Arbeitsblatt A 138, April 2005 (ATV) ein Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von 5×10^{-3} bis 5×10^{-6} m/s vorgegeben, d.h. für Versickerungsanlagen kommen nur Böden in Frage, deren Durchlässigkeit größer ist als 5×10^{-06} m/sec. Der größte kfu-Wert aus dem Sickerversuch SV 2 beträgt $4,2 \times 10^{-06}$ m/sec. Dieser zur Bemessung herangezogene Wert wird i.d.R. als doppelt so groß wie die maßgebende Versickerungsrate definiert. Somit ergibt sich ein maßgebender Wert von $2,1 \times 10^{-06}$ m/sec, also knapp unterhalb des geforderten Minimums mit 5×10^{-06} m/sec. Auch nach dem Leitfaden „Naturverträgliche Regenwasserbewirtschaftung“ des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg fallen Gebiete mit kf-Werten kleiner 1×10^{-5} m/sec in die Kategorie „Versickerung kaum möglich“. Folglich sind die im Untersuchungsgebiet anstehenden Deckschichten kaum für die Versickerung von anfallendem Oberflächenwasser geeignet. Anfallendes Wasser würde in Sickerreinrichtungen in diesem Fall nur gepuffert.

Zur Überprüfung bzw. Verifizierung dieser Werte können ergänzend Baggerschürfe angelegt, diese mit Wasser befüllt und auch hier nochmals das Absinken des Wasserspiegels gemessen werden. Ich gehe aber nicht davon aus, dass hier deutlich günstigere Werte ermittelt werden können.

11. Schlussbemerkung

Die Untergrundverhältnisse wurden auf der Grundlage von zehn Kleinbohrungen beschrieben und beurteilt, d.h. die Angaben beziehen sich streng genommen nur auf die Untersuchungsstellen. Da bedingt durch den Untersuchungsabstand lokale Abweichungen von den Untersuchungsergebnissen nicht auszuschließen sind, wird zu Beginn der Aushubarbeiten eine Überprüfung der angetroffenen Baugrund- und Grundwasserverhältnisse empfohlen.

Ebenso werden für die einzelnen Bauwerke Gründungsgutachten zur Optimierung der Gründung und des Schutzes gegen Grundwasser empfohlen.

Sollten im Zuge der Aushubarbeiten Fragen auftreten oder vom Gutachten abweichende Baugrundverhältnisse angetroffen werden, bitten wir um Mitteilung, damit kurzfristig die notwendigen Entscheidungen getroffen und die erforderlichen Maßnahmen eingeleitet werden können.

Ferner bitten wir um Mitteilung von Planänderungen bzw. bei Abweichungen der weitergehenden Planung von unseren, dem Gutachten zugrunde gelegten, Annahmen, um auf evtl. sich ergebende Änderungen der vorgeschlagenen Maßnahmen eingehen zu können.

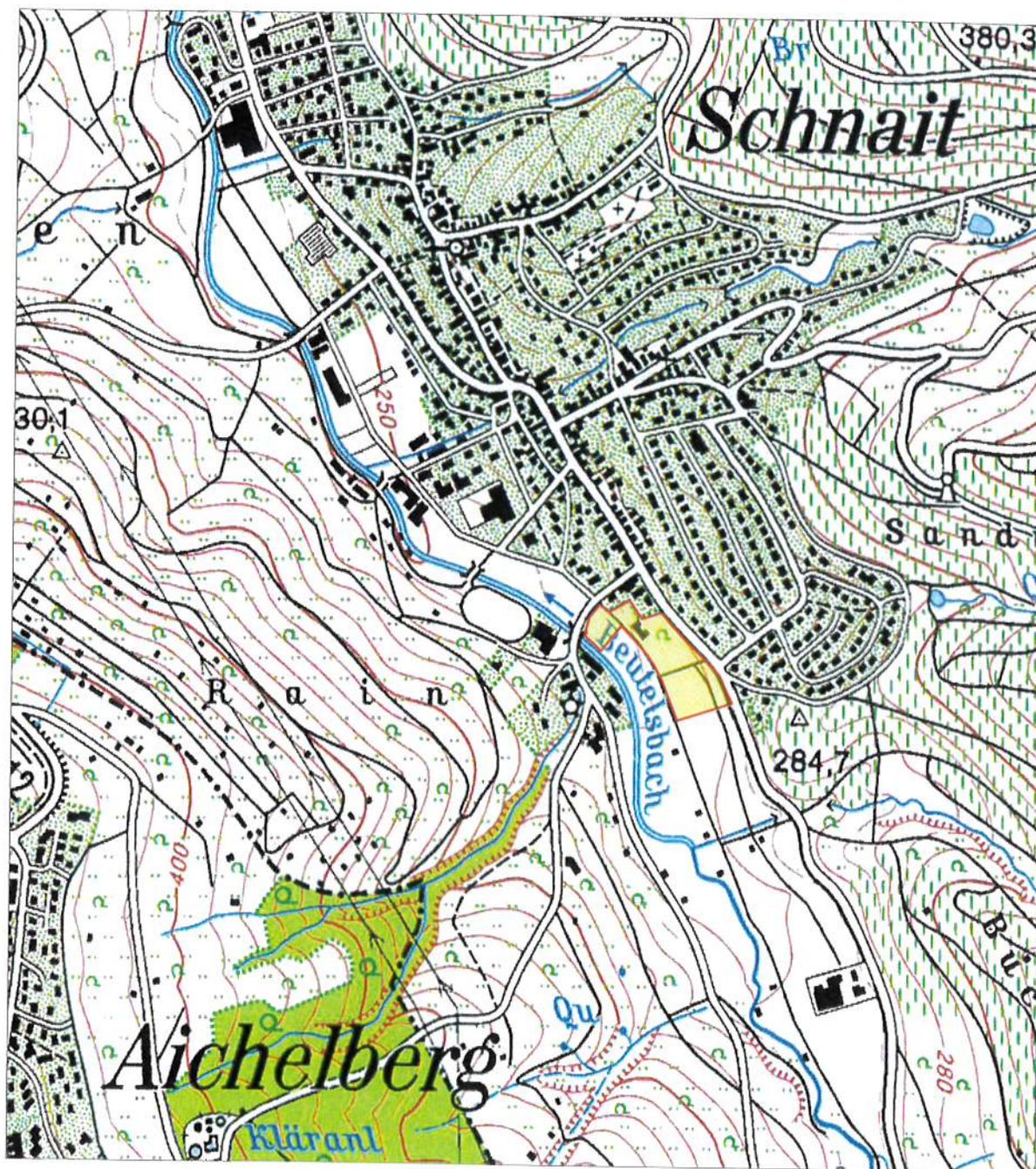
Für Rückfragen und weitere Leistungen stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung.



Harald Voigtmann
Dipl.-Geologe

Ausschnitt aus der topographischen Karte
TK 7222 Blatt "Plochingen" (vergrößert
aus Lageplan Maßstab 1 : 25 000)

Maßstab 1 : 10 000

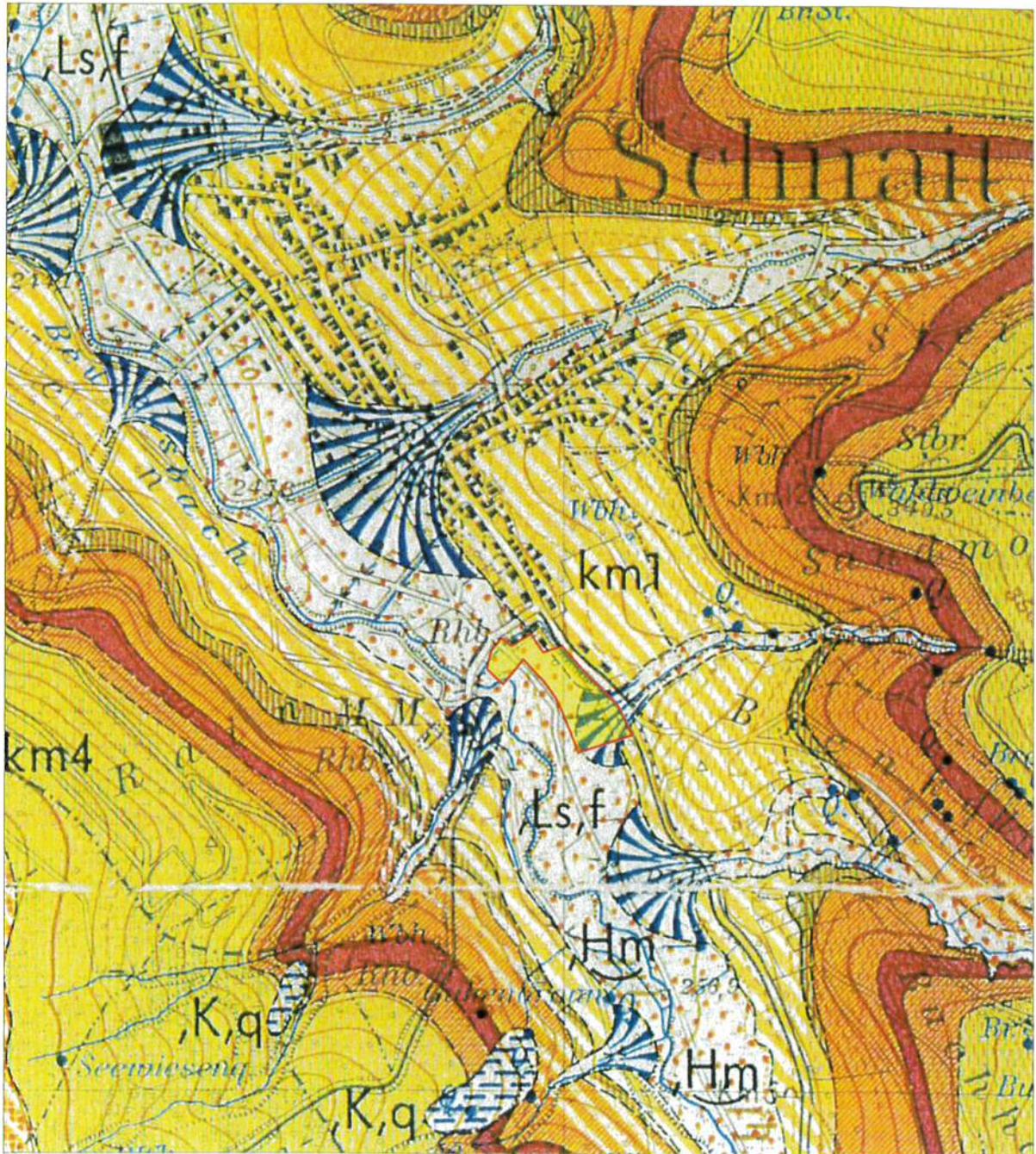


Lage des Untersuchungsgebietes

Anlage 1/2

Ausschnitt aus der geologischen Karte
GK 7222 "Plochingen" (vergrößert aus La-
geplan Maßstab 1 : 25 000)

Maßstab 1 : 10 000



Lage der Untersuchungspunkte

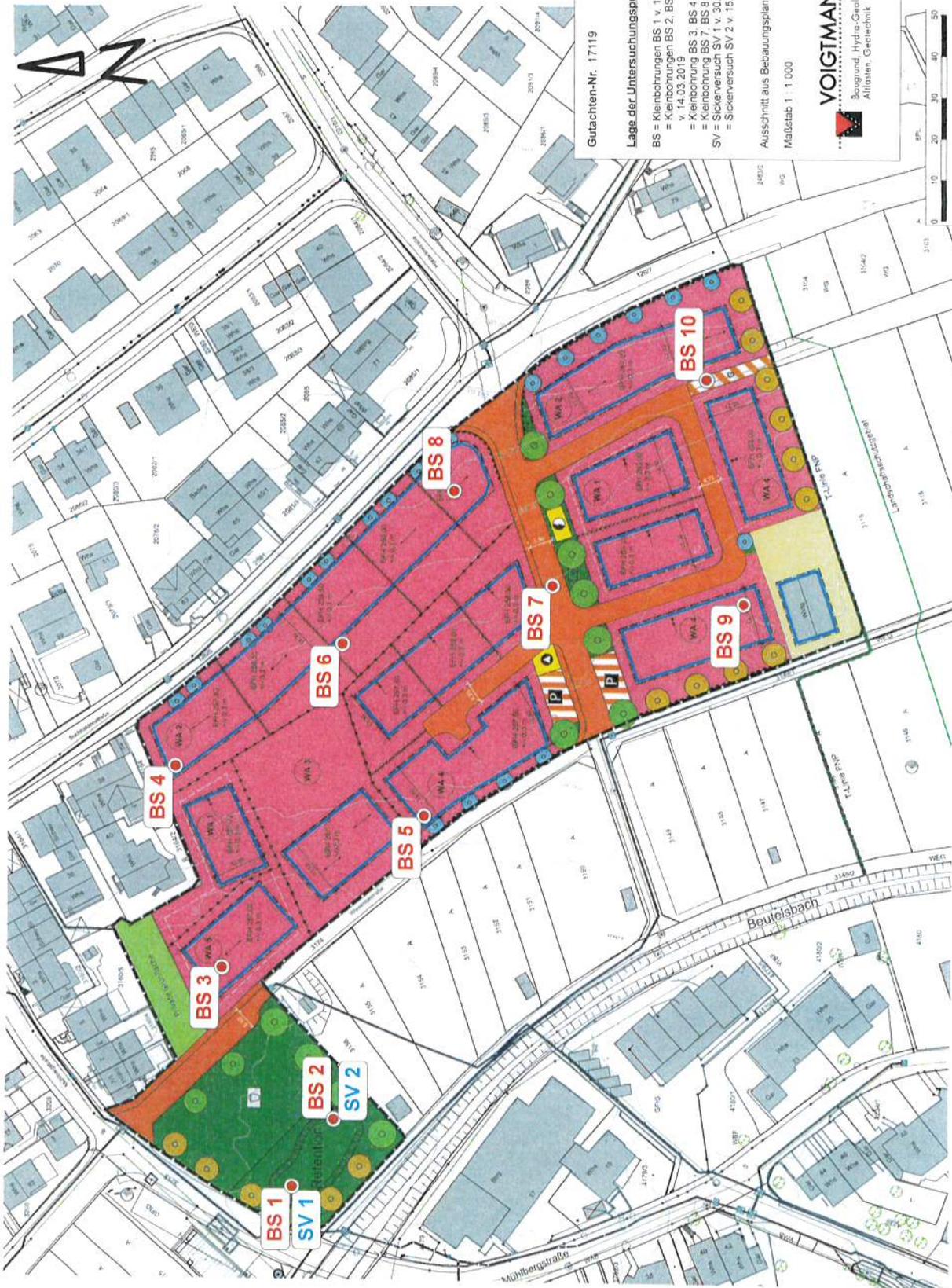
Anlage 2

BS = Kleinbohrung BS 1 v. 14.08.2019
= Kleinbohrung BS 2, BS 5, BS 6 u. BS 8 v. 15.08.2019
= Kleinbohrung BS 3, BS 4 u. BS 10 v. 19.08.2019
= Kleinbohrung BS 7, BS 8 u. BS 9 v. 16.08.2019

SV = Sickerversuch SV 1 v. 14.08.2019
= Sickerversuch SV 2 v. 15.08.2019

Lageplan s. Folgeblatt

Maßstab 1 : 1 000



Gutachten-Nr. 17119 Anlage 2/2

Lage der Untersuchungspunkte

- BS = Kleinbohrungen BS 1 v. 14.08.2019
- = Kleinbohrungen BS 2, BS 5, BS 6 u. BS 8 v. 14.03.2019
- = Kleinbohrung BS 3, BS 4 u. BS 10 v. 19.08.2019
- = Kleinbohrung BS 7, BS 8 u. BS 9 v. 16.08.2019
- SV = Sickenversuch SV 1 v. 30.07.2019
- = Sickenversuch SV 2 v. 15.08.2019

Ausschnitt aus Bebauungsplan

Maßstab 1 : 1 000



Maßnahme „Bebauungsplan „Furchgasse“
in 71384 Weinstadt-Schnait“

Kleinbohrung-Nr. 1
abgeteuft am 14.08.2019

Ansatzpunkt ca. 253.75 mNN (= OK Gelände)
Wasserzutritt bei ca. -2.40 m = ca. 251.35 mNN (Bohrgut nass)
Wasserstand (BE = nach BE: -2.50 m = ca. 251.25 mNN (Blob -3.00 m)
Bohrende; Blob = am 20.08.2019: - (Blob -2.60 m)
Bohrloch offen bis)

0.00 m bis	Gelände: Wiese, darunter:	Bodenklasse
- 0.60 m = 0.60 m	Schluff, sandig, schwach tonig, schwach kiesig, braun, fest, erdfeucht, feinsandig, gelber eckiger Mittel- bis Feinkies, Gras, Wurzeln, schwach kalkhaltig; Penetrometerwiderstand p=800 kN/m ² , Scherfestigkeit t=210 kN/m ²	1
- 1.70 m = 1.10 m	Schluff, tonig, schwach sandig, rötlichbraun, schwarze Schlieren, halbfest, erdfeucht, Kohle, Wurzeln, feinsandig, schwach kalkhaltig; p=300 kN/m ² , t=60 kN/m ² ; optisch SU*/ST*/UM-Boden	4
- 2.40 m = 0.70 m	Ton, schwach sandig, braun, dunkelrotbraun, teilweise dunkelbraun, steif bis halbfest, erdfeucht, etwas Feinsand, bei ca. -2.00 m Schicht mit 5 cm Torf, Kohle, kalkfrei; p=250 kN/m ² ; optisch ST*/SU*-Boden	4
- 3.00 m = 0.60 m	Kies (Sandstein, rund) stark sandig, schluffig, braun, hellbraun, beige, feucht bis nass, kantengerundeter Grob- bis Mittelkies, Feinsand, stark kalkhaltig; optisch GU*-Boden	4

Geologische Deutung :

- 0.60 m Quartär (humoser Oberboden)
- 2.40 m Quartär (Auelehm)
- 3.00 m Quartär (Talkiese)

Bemerkung:

- Probe C 518 aus -0.60 m bis -3.00 m (Mischprobe quartäre Deckschichten)
- Probe P 1 aus -1.90 m bis -2.40 m (Auelehm)

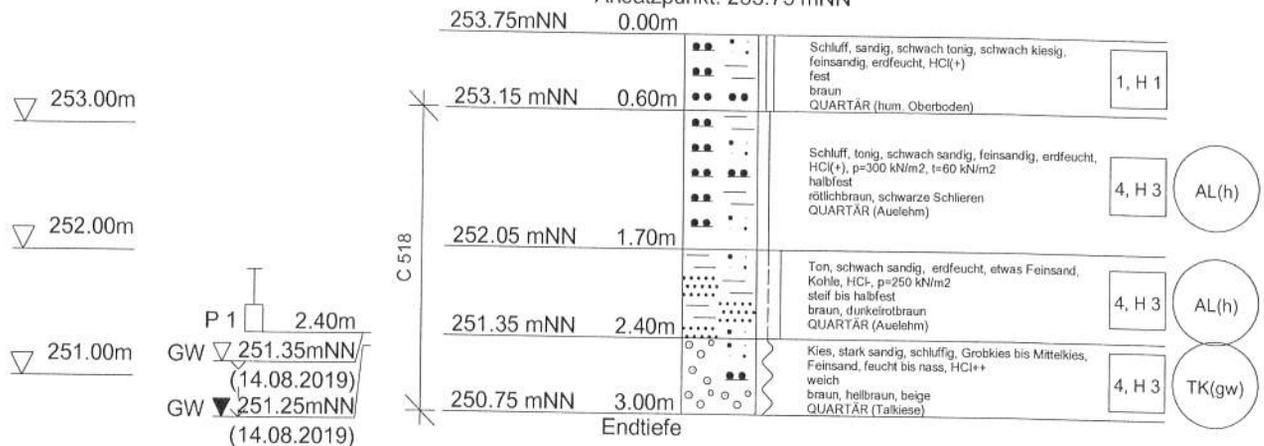
Bohrfortschritt: bis - 1.80 m mittel (BD 50)
bis - 3.00 m schwer bis sehr schwer (BD 50)

Bem.: BD 50/42/36 = Bohrdurchmesser 50/42/36 mm

Ing-Büro H. Voigtmann	Projekt : "Furchgasse" in 71384 Weinstadt-Schnait
Brückenstr. 11/1	Projektnr. : 17119
D-71364 Winnenden	Anlage : 3/2
Tel. 07195-92500/ Fax -2622	Maßstab : 1: 60

BS 1

Ansatzpunkt: 253.75 mNN



Maßnahme „Bebauungsplan „Furchgasse“
in 71384 Weinstadt-Schnait“

Kleinbohrung-Nr. 2
abgeteuft am 15.08.2019

Ansatzpunkt ca. 253.75 mNN (= OK Gelände)
Wasserzutritt bei ca. -2.40 m = ca. 251.35 mNN (Bohrgut nass)
Wasserstand (BE = nach BE: -2.10 m = ca. 251.65 mNN (Blob -2.65 m)
Bohrende; Blob = 6 Std nach BE: -2.10 m = ca. 251.65 mNN (Blob -2.55 m)
Bohrloch offen bis) am 20.08.2019: -2.12 m = ca. 251.63 mNN (Blob -2.48 m)

0.00 m bis	Gelände: Wiese, darunter:	Bodenklasse
- 0.60 m = 0.60 m	Schluff, sandig, schwach kiesig, dunkelbraun, halbfest, erdfeucht, feinsandig, etwas heller eckiger Feinkies, Gras, Wurzeln, schwach kalkhaltig; p=500 kN/m ² , t=60 kN/m ²	1
- 2.20 m = 1.60 m	Ton, schluffig, sandig, leicht rötlichbraun, halbfest, erdfeucht, Wurzeln, Holzkohle, schwach kalkhaltig; p=600 kN/m ² , t=60 kN/m ² ; optisch ST*/SU*-Boden	4
- 2.40 m = 0.20 m	Sand, stark kiesig (Sandstein), tonig, schluffig, rotbraun, erdfeucht, eckiger beiger und gelber Mittelkies, schwach kalkhaltig; optisch GU*-Boden	4
- 2.80 m = 0.40 m	Sand, stark schluffig, kiesig, braun, weich, nass, etwas kantengerundeter Grobkies und heller eckiger Mittelkies, kalkfrei; optisch SU*-Boden	4
- 3.00 m = 0.20 m	Schluff, sandig, schwach kiesig, dunkelbraun, rotbraun, weich, nass, etwas eckiger Feinkies, kalkfrei; p=50 kN/m ² , t=20 kN/m ² ; optisch SU*-Boden	4

Geologische Deutung :

- 0.60 m Quartär (humoser Oberboden)
- 2.20 m Quartär (Auelehm)
- 2.40 m Quartär (Talkiese)
- 3.00 m Quartär (bindiger Talsand)

Bemerkung:

- Probe C 518 aus -0.60 m bis -3.00 m (Mischprobe quartäre Deckschichten)
- Probe P 2 aus -1.70 m bis -2.20 m (Auelehm)

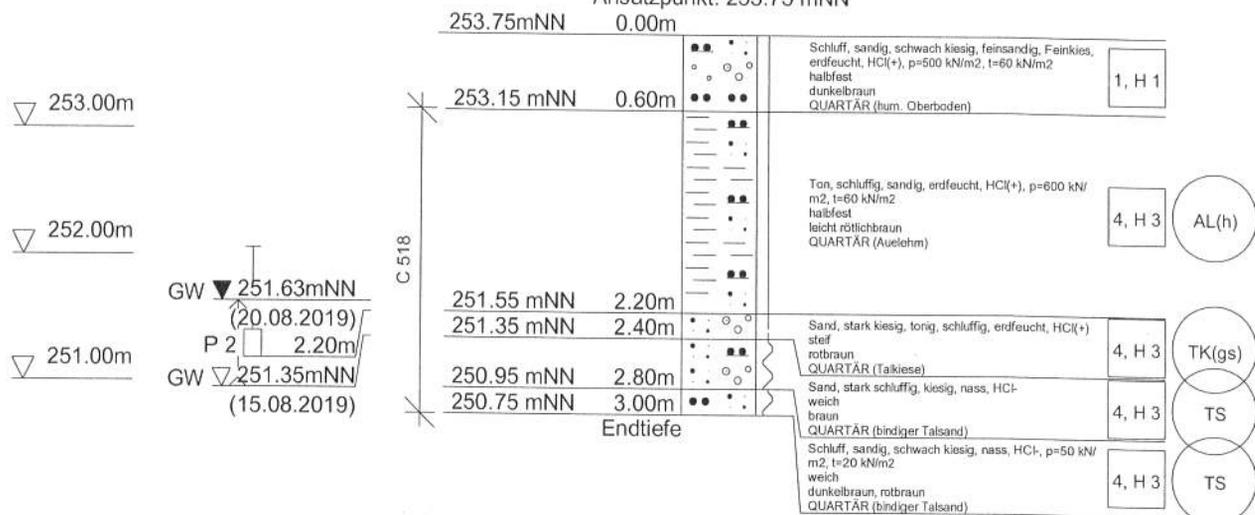
Bohrfortschritt: bis - 1.00 m schwer (BD 50)
bis - 2.00 m mittel (BD 42)
bis - 3.00 m mittel bis leicht (BD 42)

Bem.:

Ing-Büro H. Voigtmann	Projekt : "Furchgasse" in 71384 Weinstadt-Schnait
Brückenstr. 11/1	Projektnr. : 17119
D-71364 Winnenden	Anlage : 4/2
Tel. 07195-92500/ Fax -2622	Maßstab : 1: 60

BS 2

Ansatzpunkt: 253.75 mNN



Bemerkung:

Maßnahme „Bebauungsplan „Furchgasse“
in 71384 Weinstadt-Schnait“

Kleinbohrung-Nr. 3
abgeteuft am 19.08.2019

Ansatzpunkt ca. 254.75 mNN (= OK Gelände)
Wasserzutritt bei ca. -4.10 m = ca. 250.65 mNN (Bohrgut nass)
Wasserstand (BE = nach BE: -2.33 m = ca. 252.42 mNN (Blob -4.15 m)
Bohrende; Blob = am 20.08.2019: -2.24 m = ca. 252.51 mNN (Blob -4.20 m)
Bohrloch offen bis)

			Bodenklasse
	0.00 m bis	Gelände: Wiese, darunter:	
-	0.25 m = 0.25 m	Schluff, sandig, schwach tonig, kiesig, braun, halbfest, erdfeucht, Holzkohle, humos, Ziegel	1
-	1.50 m = 1.25 m	Schluff, tonig, schwach sandig, schwach kiesig, braun halbfest, erdfeucht, Ziegel, schwach kalkhaltig; p=250 kN/m ² , t=105 kN/m ² ; optisch UM/SU*-Boden	4
-	2.40 m = 0.90 m	Schluff, tonig, stark sandig, braun, rostbraun, weich, feucht, kalkfrei; p=70 kN/m ² , t=20 kN/m ² ; optisch UM-Boden	4
-	4.10 m = 1.70 m	Schluff, tonig, sandig, grau, graubraun, weich, feucht, kalkfrei; p=30 kN/m ² ; optisch UM/SU*-Boden	4
-	6.70 m = 2.60 m	Sand, kiesig, schluffig, schwach tonig, braun, gelblich, rötlich, weich, nass, stark kalkhaltig; optisch SU/SU*-Boden	3/4
-	8.90 m = 2.20 m	Schluffstein, verwittert, ausgelaugt, anfallend als Schluff, schwach tonig, schwach kiesig, sandig, grau, hellgrau, halbfest, erdfeucht, kalkhaltig; optisch UM-Boden	4
-	10.40 m = 1.50 m	Schluffstein, verwittert, anfallend als Schluff, tonig, schwach sandig, schwach kiesig, graugrün, violett, halbfest, erdfeucht, schwach kalkhaltig; p=800-1200 kN/m ² , t=140 kN/m ² ; optisch UM-Boden	4
-	10.50 m = 0.10 m	Schluffstein, verwittert, anfallend als Kies, schwach tonig, schwach sandig, schwach schluffig, hellgrau, graugrün, fest, trocken, kalkhaltig; p>1800 kN/m ² ; optisch UL-Boden	6

Geologische Deutung :

-	0.25 m	Quartär	(humoser Oberboden)
-	4.10 m	Quartär	(Auelehm)
-	6.70 m	Quartär	(Talschutt)
-	10.50 m	Trias	(Gipskeuper, verwittert)

Schichtenverzeichnis von BS 3

Anlage 5/2

Fortsetzung

Maßnahme „Bebauungsplan „Furchgasse“
in 71384 Weinstadt-Schnait“

Kleinbohrung-Nr. 3
abgeteuft am 19.08.2019

Ansatzpunkt ca. 254.75 mNN (= OK Gelände)
Wasserzutritt bei ca. -4.10 m = ca. 250.65 mNN (Bohrgut nass)
Wasserstand (BE = nach BE: -2.33 m = ca. 252.42 mNN (Blob -4.15 m)
Bohrende; Blob = am 20.08.2019: -2.24 m = ca. 252.51 mNN (Blob -4.20 m)
Bohrloch offen bis)

Geologische Deutung :

- 0.25 m Quartär (humoser Oberboden)
- 4.10 m Quartär (Auelehm)
- 6.70 m Quartär (Talschutt)
- 10.50 m Trias (Gipskeuper, verwittert)

Bemerkung:

Probe C 518 aus -0.25 m bis -6.70 m (Mischprobe quartäre Deckschichten)

Probe C 519 aus -6.70 m bis -10.50 m (Mischprobe Gipskeuper)

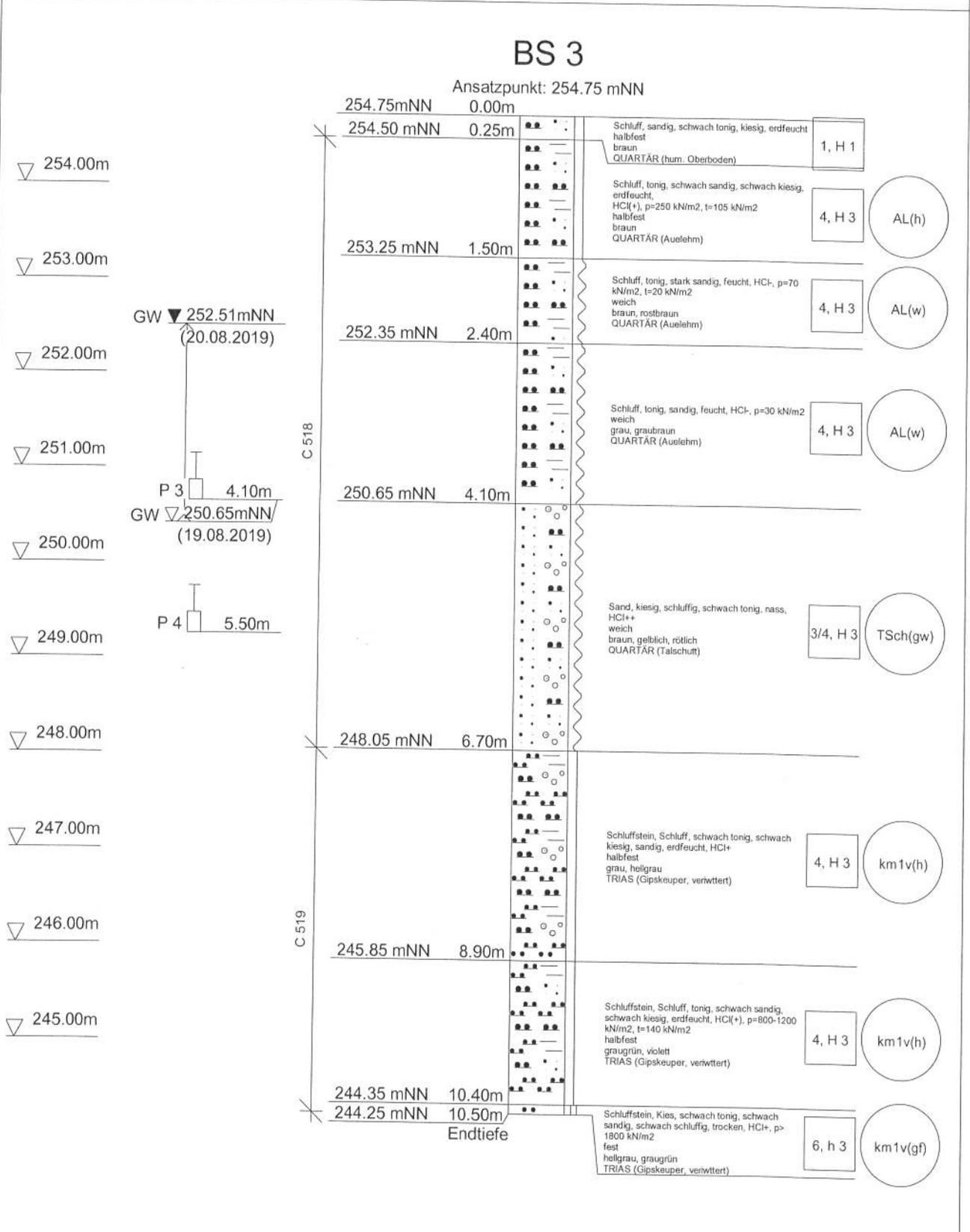
Probe P 3 aus -3.60 m bis -4.10 m (Auelehm)

Probe P 4 aus -5.00 m bis -5.50 m (Talschutt)

Bohrfortschritt: bis - 1.00 m schwer (BD 50)
bis - 3.00 m mittel (BD 42)
bis - 4.50 m mittel bis leicht (BD 36)
bis - 5.80 m mittel (BD 36)
bis - 6.70 m schwer (BD 36)
bis - 6.90 m mittel (BD 36)
bis - 10.50 m sehr schwer (BD 36)

Bem.: Ab -10.50 m kein weiterer Bohrfortschritt möglich.

Ing-Büro H. Voigtmann	Projekt : "Furchgasse" in 71384 Weinstadt-Schnait
Brückenstr. 11/1	Projektnr. : 17119
D-71364 Winnenden	Anlage : 5/3
Tel. 07195-92500/ Fax -2622	Maßstab : 1: 60



Bemerkung: In Endtiefe kein weiterer Bohrfortschritt mehr möglich.

Maßnahme „Bebauungsplan „Furchgasse“
in 71384 Weinstadt-Schnait“

Kleinbohrung-Nr. 4
abgeteuft am 19.08.2019

Ansatzpunkt ca. 258.05 mNN (= OK Gelände)
Wasserzutritt bei ca. -5.50 m = ca. 252.55 mNN (Bohrgut nass)
Wasserstand (BE = nach BE: -4.92 m = ca. 253.13 mNN (Blob -6.10 m)
Bohrende; Blob = am 20.08.2019: -4.90 m = ca. 253.15 mNN (Blob -5.30 m)
Bohrloch offen bis)

			Bodenklasse
	0.00 m bis	Gelände: Wiese, darunter:	
-	0.30 m = 0.30 m	Schluff, tonig, schwach sandig, schwach kiesig, braun, halbfest, erdfeucht, schwach humos, Wurzeln, Ziegel, Holzkohle; p=400 kN/m ² , t=70 kN/m ²	1
-	1.70 m = 1.40 m	Ton, stark schluffig, sandig, schwach kiesig, braun, rötlichbraun, steif bis halbfest, erdfeucht, kalkfrei; p=250-300 kN/m ² , t=70 kN/m ² ; optisch UM-Boden	4
-	2.60 m = 0.90 m	Ton, stark schluffig, sandig, schwach kiesig, rötlich-braun, steif, erdfeucht, schwach kalkhaltig; p=150 kN/m ² , t=75 kN/m ² ; optisch UM-Boden	4
-	4.30 m = 1.70 m	Schluff, stark sandig, schwach tonig, schwach kiesig, rötlichbraun, weich, feucht, stark kalkhaltig; p=40 kN/m ² , t=20 kN/m ² ; optisch UM/SU*-Boden	4
-	5.50 m = 1.20 m	Schluff, stark sandig, kiesig (heller Sandstein), schwach tonig, rotbraun, hellgrau, graugrün, weich, feucht, stark kalkhaltig; optisch SU*/GU*-Boden	4
-	6.40 m = 0.90 m	Sand, schluffig, kiesig, schwach tonig, rotbraun, weich, nass, stark kalkhaltig; optisch GU*-Boden	4
-	7.20 m = 0.80 m	Ton, stark schluffig, sandig, schwach kiesig (heller Sandstein), rotbraun, steif bis halbfest, erdfeucht, stark kalkhaltig; p=200 kN/m ² , t=85 kN/m ² ; optisch UM-Boden	4
-	9.50 m = 2.30 m	Sand, stark kiesig, schluffig, schwach tonig, rotbraun, halbfest, feucht, stark kalkhaltig; optisch GU*-Boden	4
-	10.70 m = 1.20 m	Schluffstein, verwittert, anfallend als Ton, stark schluffig, kiesig, sandig, violett, graugrün, steif, feucht, kalkhaltig; p=150 kN/m ² , t=35 kN/m ² ; optisch UM-Boden	4
-	10.80 m = 0.10 m	Schluffstein, verwittert, anfallend als Kies schluffig, tonig, violett, fest, trocken, kalkhaltig; p>1800 kN/m ²	6

Schichtenverzeichnis von BS 4

Anlage 6/2

Fortsetzung

Maßnahme „Bebauungsplan „Furchgasse“
in 71384 Weinstadt-Schnait“

Kleinbohrung-Nr. 4
abgeteuft am 19.08.2019

Ansatzpunkt ca. 258.05 mNN (= OK Gelände)
Wasserzutritt bei ca. -5.50 m = ca. 252.55 mNN (Bohrgut nass)
Wasserstand (BE = nach BE: -4.92 m = ca. 253.13 mNN (Blob -6.10 m)
Bohrende; Blob = am 20.08.2019: -4.90 m = ca. 253.15 mNN (Blob -5.30 m)
Bohrloch offen bis)

Geologische Deutung :

- 0.30 m Quartär (humoser Oberboden)
- 2.60 m Quartär (Hanglehm)
- 4.30 m Quartär (Auelehm)
- 5.50 m Quartär (Talschutt)
- 6.40 m Quartär (Talkiese)
- 7.20 m Quartär (Talschutt)
- 9.50 m Quartär (Talkiese)
- 10.80 m Trias (Gipskeuper, verwittert)

Bemerkung:

Probe C 518 aus -0.30 m bis -9.50 m (Mischprobe quartäre Deckschichten)

Probe C 519 aus -9.50 m bis -10.80 m (Mischprobe Gipskeuper)

Probe P 5 aus -10.70 m bis -10.80 m (Gipskeuper, verwittert)

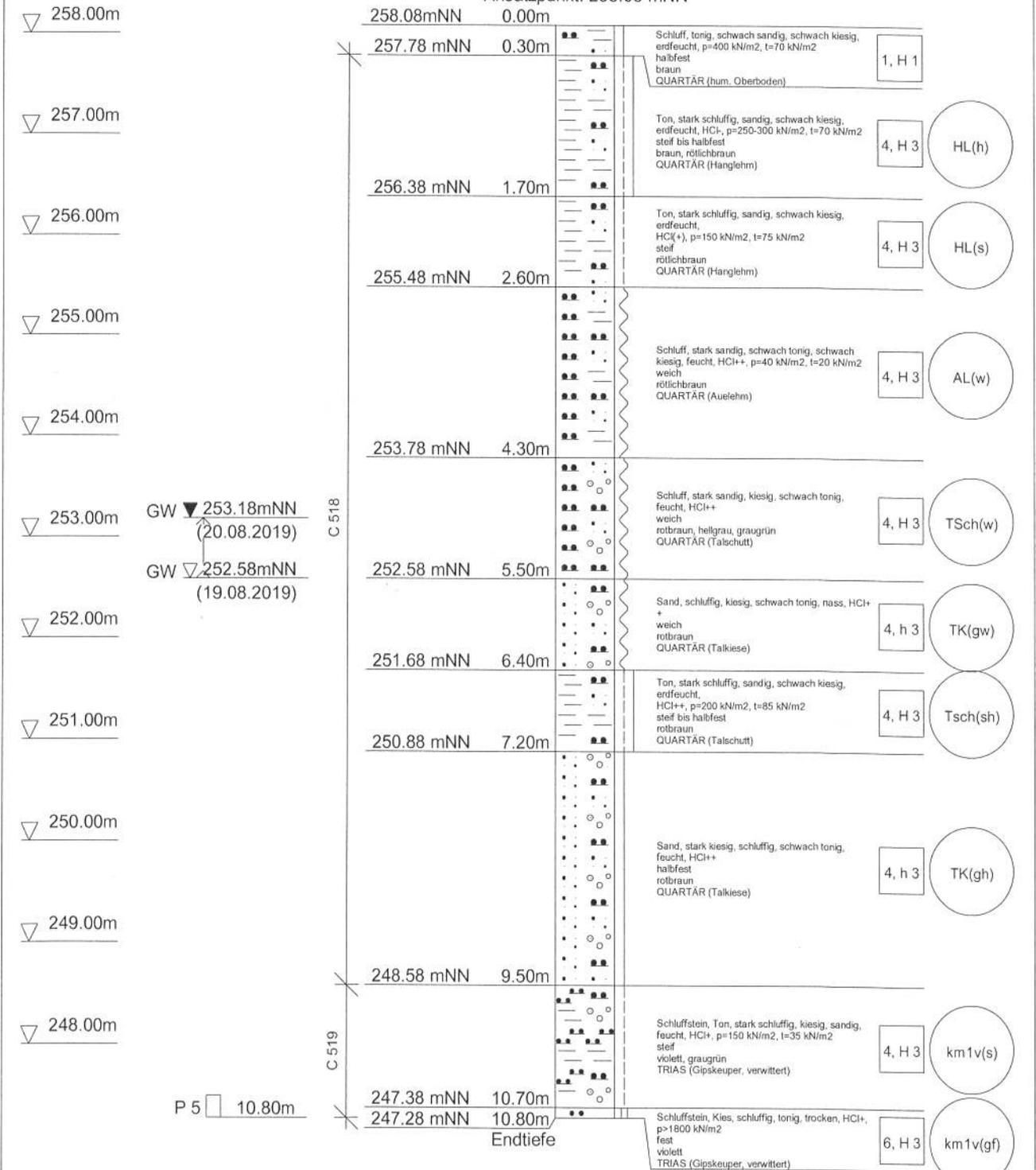
Bohrfortschritt: bis - 1.00 m mittel (BD 50)
bis - 1.50 m mittel (BD 42)
bis - 2.50 m schwer (BD 42)
bis - 3.00 m sehr schwer (BD 42)
bis - 4.40 m mittel (BD 36)
bis - 5.00 m schwer (BD 36)
bis - 6.30 m mittel (BD 36)
bis - 10.10 m schwer (BD 36)
bis - 10.80 m sehr schwer (BD 36)

Bem.: Ab -10.80 m kein weiterer Bohrfortschritt möglich.

Ing-Büro H. Voigtmann	Projekt : "Furchgasse" in 71384 Weinstadt-Schnait
Brückenstr. 11/1	Projektnr. : 17119
D-71364 Winnenden	Anlage : 6/3
Tel. 07195-92500/ Fax -2622	Maßstab : 1: 60

BS 4

Ansatzpunkt: 258.08 mNN



Bemerkung: In Endtiefe kein weiterer Bohrfortschritt mehr möglich.

Schichtenverzeichnis von BS 5

Anlage 7/1

Maßnahme „Bebauungsplan „Furchgasse“
 in 71384 Weinstadt-Schnait“

Kleinbohrung-Nr. 5
 abgeteuft am 15.08.2019

Ansatzpunkt ca. 256.00 mNN (= OK Gelände)
 Wasserzutritt bei ca. -3.80 m = ca. 252.20 mNN (Bohrgut nass)
 Wasserstand (BE = nach BE: -2.75 m = ca. 253.25 mNN (Blob -3.70 m)
 Bohrende; Blob = am 20.08.2019: -2.73 m = ca. 253.27 mNN (Blob -3.70 m)
 Bohrloch offen bis)

0.00 m bis		Bodenklasse
- 0.50 m = 0.50 m	Gelände: Wiese, darunter: Schluff, sandig, schwach tonig, schwach kiesig, braun, fest, erdfeucht, feinsandig, etwas dunkler eckiger Mittelkies, Gras, Wurzeln; p=400 kN/m ² , t=130 kN/m ²	1
- 0.70 m = 0.20 m	Ton, schluffig, sandig, leicht rötlichbraun, halbfest, erdfeucht, Wurzeln, kalkfrei; p=300 kN/m ² , t=55 kN/m ² ; optisch UM/UL-Boden	4
- 1.30 m = 0.60 m	Ton, schluffig, kiesig (Schilfsandstein), braun, rotbraun, bunte Bereiche, halbfest, erdfeucht, bunter Mittel- bis Feinkies aus verschiedenem Material, Kohle, schwach kalkhaltig; p=500 kN/m ² , t=155 kN/m ²	4
- 2.60 m = 1.30 m	Ton, schluffig, kiesig (Schluffstein), braun, steif, erdfeucht, viel bunter eckiger Grob- bis Feinkies aus verschiedenem Material, steif, erdfeucht, kalkfrei; p=180 kN/m ² , t=60 kN/m ² ; optisch UM-Boden	4
- 2.90 m = 0.30 m	Schluff, tonig, hellgraubraun, weich, erdfeucht, kalkfrei; p=50 kN/m ² , t=17 kN/m ² ; optisch UM-Boden	4
- 3.80 m = 0.90 m	Ton, schluffig, schwach sandig, schwarzbraun, weich, feucht, stellenweise etwas grauer Feinsand, Torf, Pflanzenreste, stark kalkhaltig; p=50 kN/m ² , t=35 kN/m ² ; optisch UM/OU-Boden	4
- 4.10 m = 0.30 m	Sand, stark kiesig (Sandstein, rund), schwach schluffig, gelbbraun, rötlichbraun, nass, eckiger brauner Grob- bis Feinkies, kalkhaltig; optisch GU-Boden	3
- 4.50 m = 0.40 m	Kies (Mergelstein, rund), sandig, schwach schluffig, grau, teils beige, nass, eckiger Feinkies, gerundeter Grob- und Mittelkies, stark kalkhaltig; optisch GU-Boden	3
- 4.90 m = 0.40 m	Kies, sandig, schluffig, gelbbraun, orangebraun, nass, eckiger Feinkies, auch Mittel- bis Grobkies; optisch GU-Boden	3
- 6.50 m = 1.60 m	Sand, stark kiesig, schluffig, braun, feucht bis nass, eckiger und gerundeter bunter Grob- bis Feinkies, stark kalkhaltig; optisch GU-Boden	3
- 6.80 m = 0.30 m	Schluff, tonig, kiesig, hellrot, steif, feucht, Plättchen aus rotem Tonstein, eckiger Feinkies, schwach kalkhaltig; p=120 kN/m ² , t=55 kN/m ² ; optisch UM-Boden	4
- 8.70 m = 1.90 m	Schluffstein, verwittert, anfallend als Ton, schluffig, kiesig, grau, beige, teils rötlich, steif bis halbfest, feucht, eckiger Mittel- bis Feinkies, kalkhaltig; p=250 kN/m ² , t=95 kN/m ² ; optisch UM-Boden	4

Schichtenverzeichnis von BS 5

Anlage 7/2

Fortsetzung

Maßnahme „Bebauungsplan „Furchgasse“
in 71384 Weinstadt-Schnait“

Kleinbohrung-Nr. 5
abgeteuft am 15.08.2019

Ansatzpunkt ca. 256.00 mNN (= OK Gelände)
Wasserzutritt bei ca. -3.80 m = ca. 252.20 mNN (Bohrgut nass)
Wasserstand (BE = nach BE: -2.75 m = ca. 253.25 mNN (Blob -3.70 m)
Bohrende; Blob = am 20.08.2019: -2.73 m = ca. 253.27 mNN (Blob -3.70 m)
Bohrloch offen bis)

8.70 m bis	Bodenklasse
- 9.00 m = 0.30 m	6

Schluffstein, verwittert, anfallend als Ton, kiesig, grau, rötlichgrau, fest, erdfeucht bis feucht, etwas eckiger Mittel- bis Feinkies, stark kalkhaltig; $p > 1100$ kN/m², $t = 90$ kN/m²

Geologische Deutung :

- 0.50 m	Quartär	(humoser Oberboden)
- 2.60 m	Quartär	(Hanglehm)
- 2.90 m	Quartär	(Auelehm)
- 3.80 m	Quartär	(Sumpfton)
- 6.50 m	Quartär	(Talkiese)
- 6.80 m	Quartär	(Verwitterungslehm)
- 9.00 m	Trias	(Gipskeuper, verwittert)

Bemerkung:

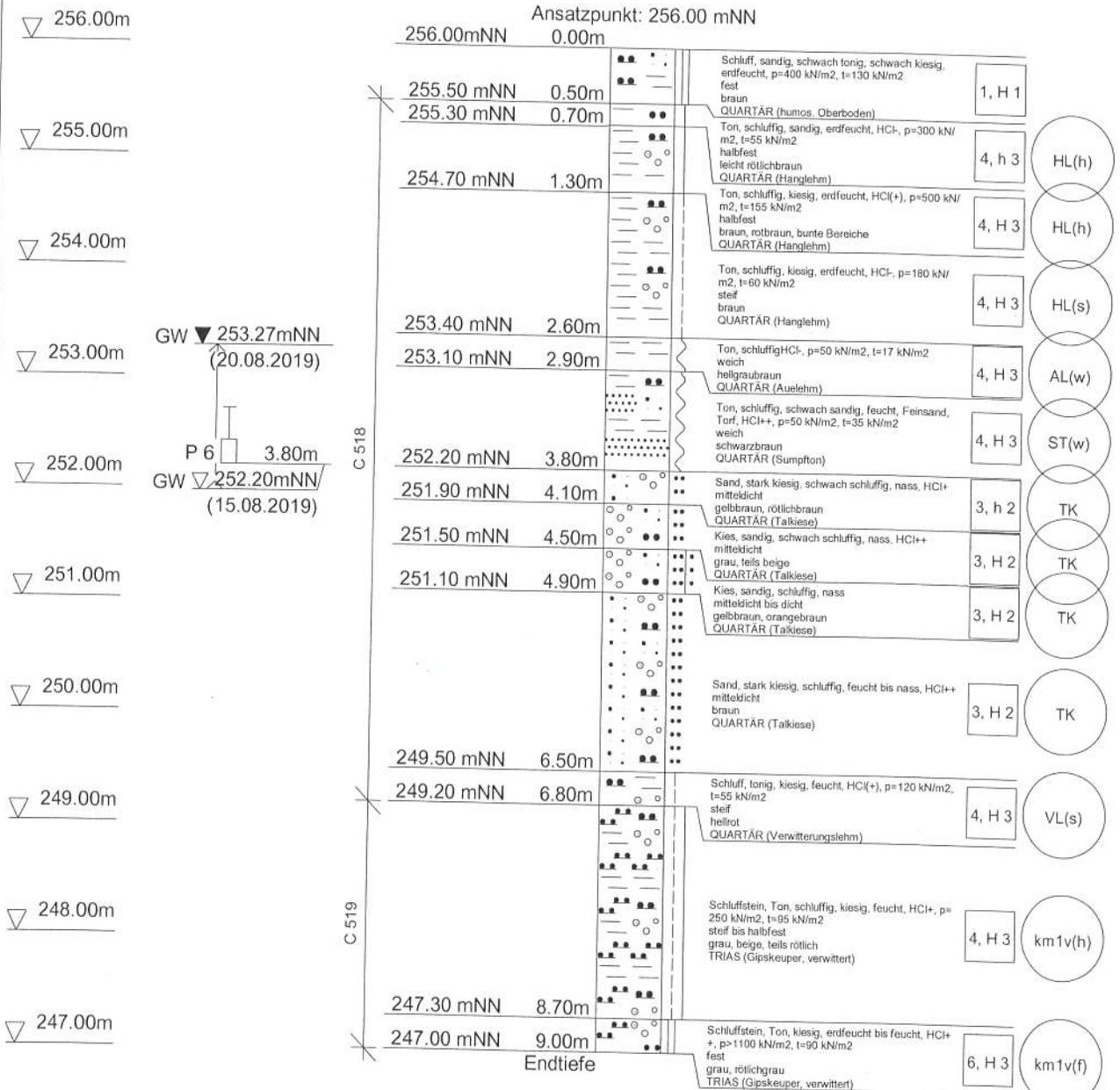
Probe C 518	aus	-0.50 m bis -6.80 m	(Mischprobe quartäre Deckschichten)
Probe C 519	aus	-6.80 m bis -9.00 m	(Mischprobe Gipskeuper)
Probe P 6	aus	-3.30 m bis -3.80 m	(Sumpfton)

Bohrfortschritt:	bis -	0.80 m	mittel (BD 50)
	bis -	1.00 m	schwer (BD 50)
	bis -	3.00 m	mittel (BD 42)
	bis -	4.60 m	mittel (BD 36)
	bis -	5.00 m	mittel bis schwer (BD 36)
	bis -	6.40 m	mittel (BD 36)
	bis -	7.00 m	mittel bis schwer (BD 36)
	bis -	8.50 m	schwer (BD 36)
	bis -	9.00 m	sehr schwer (BD 36)

Bem. :

Ing-Büro H. Voigtmann	Projekt : "Furchgasse" in 71384 Weinstadt-Schnait
Brückenstr. 11/1	Projektnr. : 17119
D-71364 Winnenden	Anlage : 7/3
Tel. 07195-92500/ Fax -2622	Maßstab : 1: 60

BS 5



Bemerkung:

Maßnahme „Bebauungsplan „Furchgasse“
in 71384 Weinstadt-Schnait“

Kleinbohrung-Nr. 6
abgeteuft am 15.08.2019

Ansatzpunkt ca. 258.80 mNN (= OK Gelände)
Wasserzutritt -
Wasserstand (BE = nach BE: - (Blob -2.75 m)
Bohrende; Blob = am 20.08.2019: - (Blob -3.85 m)
Bohrloch offen bis)

0.00 m bis	Gelände: Wiese, darunter:	Bodenklasse
- 0.50 m = 0.50 m	Ton, schluffig, schwach kiesig, dunkelbraun, halbfest bis fest, erdfeucht, etwas heller Feinkies, Ziegelreste, Gras, Wurzeln, beiger Mittelkies, schwach kalkhaltig; p=380 kN/m ² , t=85 kN/m ² ; optisch OU/UM-Boden	1
- 1.70 m = 1.20 m	Ton, schluffig, kiesig, schwach sandig, rotbraun, halbfest bis fest, erdfeucht, heller und brauner eckiger Mittelkies, etwas Feinsand, Kohle oder Mangan, schwach kalkhaltig; p=1200 kN/m ² , t=245 kN/m ² ; optisch TM-Boden	4/6
- 2.40 m = 0.70 m	Ton, schluffig, kiesig, schwach sandig, braun, hell, beige, grau gesprenkelt, steif, erdfeucht, Fein- und Mittelkies aus hellem Sandstein, schwach kalkhaltig; p=150 kN/m ² , t=65 kN/m ² ; optisch TM-Boden	4
- 2.70 m = 0.30 m	Kies (Stubensandstein), schluffig, beige, braun, mürbe bis fest, trocken, kalkhaltig; optisch GU*-Boden	6
- 2.90 m = 0.20 m	Ton, schluffig, stark kiesig, rotbraun, bunt gesprenkelt, steif, erdfeucht, viel bunter Fein- bis Mittelkies, kalkhaltig; p=200 kN/m ² , t=70 kN/m ² ; optisch TM-Boden	4
- 3.00 m = 0.10 m	Sand, Sandstein, beige, erdfeucht bis trocken, hellgrauer, hellroter mürber Stubensandstein, kalkhaltig	6

Geologische Deutung :

- 0.50 m Quartär (humoser Oberboden)
- 2.90 m Quartär (Hanglehm)
- 3.00 m Quartär (Hangschutt)

Schichtenverzeichnis von BS 6
 Fortsetzung

Anlage 8/2

Maßnahme	„Bebauungsplan „Furchgasse“ in 71384 Weinstadt-Schnait“
Kleinbohrung-Nr. abgeteuft am	6 15.08.2019
Ansatzpunkt	ca. 258.80 mNN (= OK Gelände)
Wasserzutritt	-
Wasserstand (BE =	nach BE: - (Blob -2.75 m)
Bohrende; Blob =	am 20.08.2019: - (Blob -3.85 m)
Bohrloch offen bis)	

Geologische Deutung :

- 0.50 m Quartär (humoser Oberboden)
- 2.90 m Quartär (Hanglehm)
- 3.00 m Quartär (Hangschutt)

Bemerkung:

Probe C 518	aus	-0.50 m bis -3.00 m	(Mischprobe quartäre Deckschichten)
Probe P 7	aus	-1.90 m bis -2.40 m	(Hanglehm)

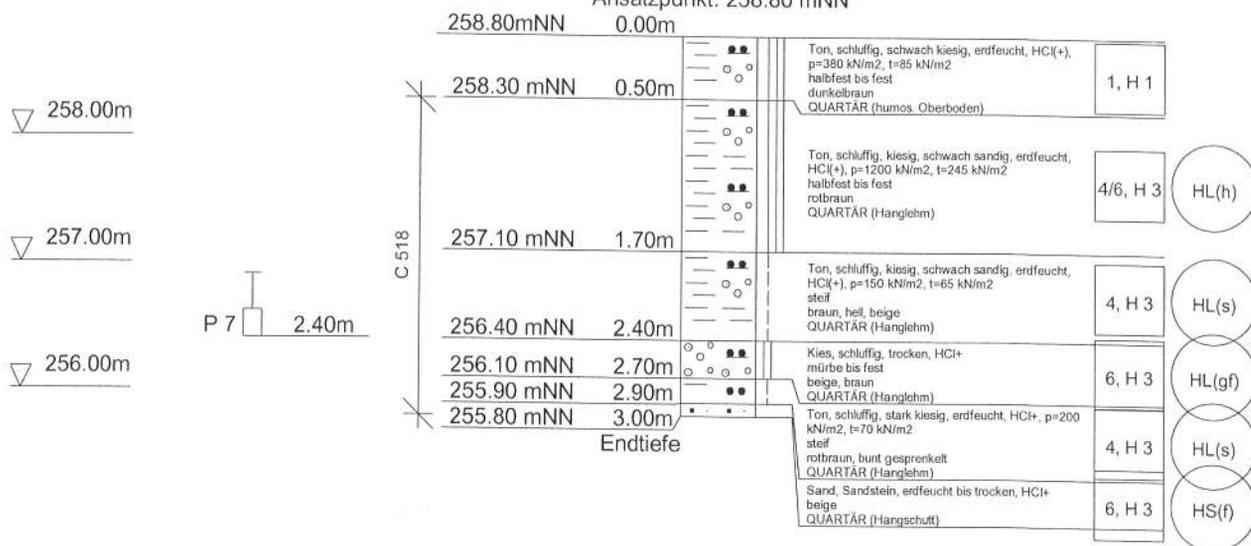
Bohrfortschritt:	bis -	1.00 m	schwer (BD 50)
	bis -	2.30 m	schwer (BD 42)
	bis -	2.50 m	sehr schwer (BD 42)
	bis -	2.80 m	schwer (BD 42)
	bis -	2.90 m	sehr schwer (BD 42)
	bis -	3.00 m	schwer (BD 42)

Bem.: Ab -3.00 m kein weiterer Bohrfortschritt möglich.

Ing-Büro H. Voigtmann	Projekt : "Furchgasse" in 71384 Weinstadt-Schnait
Brückenstr. 11/1	Projektnr. : 17119
D-71364 Winnenden	Anlage : 8/3
Tel. 07195-92500/ Fax -2622	Maßstab : 1: 60

BS 6

Ansatzpunkt: 258.80 mNN



Bemerkung: In Endtiefe kein weiterer Bohrfortschritt mehr möglich.

Schichtenverzeichnis von BS 7

Anlage 9/1

Maßnahme „Bebauungsplan „Furchgasse“
in 71384 Weinstadt-Schnait“

Kleinbohrung-Nr. 7
abgeteuft am 16.08.2019

Ansatzpunkt ca. 258.10 mNN (= OK Gelände)
Wasserzutritt bei ca. -4.10 m = ca. 254.00 mNN (Bohrgut nass)
Wasserstand (BE = nach BE: -2.97 m = ca. 255.13 mNN (Blob -6.70 m)
Bohrende; Blob = am 20.08.2019: -3.17 m = ca. 254.93 mNN (Blob -5.45 m)
Bohrloch offen bis)

			Bodenklasse
0.00 m bis	Gelände: Wiese, darunter:		
- 0.20 m = 0.20 m	Ton, schluffig, sandig, schwach kiesig (Kalkstein, Zie- gelfragmente), graubraun, braun, halbfest, erdfeucht bis trocken		1
- 1.00 m = 0.80 m	Ton, schluffig, stark sandig, schwach kiesig, braun, rotstichig, halbfest, erdfeucht, gelbbrauner Sandstein, kalkfrei; p=350-375 kN/m ² , t=155 kN/m ² ; optisch UM-Boden		4
- 1.50 m = 0.50 m	Ton, schluffig, stark sandig, rötlichbraun, halbfest, erdfeucht, kalkfrei; p=325 kN/m ² , t=85 kN/m ² ; optisch UM-Boden		4
- 1.90 m = 0.40 m	Ton, schluffig, stark sandig, kiesig (Schluffstein, rot und grüngrau), rötlichbraun, teils grau, steif, erd- feucht bis feucht, schwach kalkhaltig; p=100-150 kN/m ² , t=35 kN/m ² ; optisch UM-Boden		4
- 3.20 m = 1.30 m	Ton, schluffig, stark sandig, kiesig, rötlichbraun, teils grau, steif, erdfeucht, kalkfrei; p=150 kN/m ² , t=100 kN/m ² ; optisch UM/TM-Boden		4
- 4.10 m = 0.90 m	Ton, schluffig, bräunlich schwarz, schwarz, steif, erd- feucht, kalkfrei; p=150-200 kN/m ² , t=55-85 kN/m ² ; op- tisch OT/TM-Boden		4/5
- 4.35 m = 0.25 m	Schluff, schwach tonig, schwarzbraun, steif, feucht bis nass, Torf und Kalkmudde, stark kalkhaltig; p=150 kN/m ² , t=40 kN/m ²		4
- 4.45 m = 0.10 m	Schluff, tonig, dunkelbraun, weich, feucht, Torf, kalk- haltig; p=90 kN/m ² , t=35 kN/m ² ; optisch OU-Boden		4
- 5.30 m = 0.85 m	Sand, stark schluffig, schwach tonig, grau, weich, feucht bis nass, Pflanzenfragmente, kalkhaltig; p=45 kN/m ² , t=25 kN/m ² ; optisch SU*-Boden		4
- 5.70 m = 0.40 m	Kies, stark sandig, schluffig, schwach tonig, grau, bin- dige Anteile breiig, nass, kalkhaltig; optisch UM/GU*- Boden		2
- 7.20 m = 1.50 m	Sand, stark kiesig, schluffig, schwach tonig, rötlich- braun, grau, gelb, bindige Anteile weich bis steif, feucht bis nass, kalkhaltig; p=60 kN/m ² , t=25 kN/m ² ; op- tisch GU*-Boden		4
- 7.30 m = 0.10 m	Kies (Dolomitstein, Tonstein), stark sandig, schluffig, rotbraun, grau, gelbbraun, fest, erdfeucht, kalkhaltig; optisch UM-Boden		6

Schichtenverzeichnis von BS 7

Anlage 9/2

Fortsetzung

Maßnahme „Bebauungsplan „Furchgasse“
in 71384 Weinstadt-Schnait“

Kleinbohrung-Nr. 7
abgeteuft am 16.08.2019

Ansatzpunkt ca. 258.10 mNN (= OK Gelände)
Wasserzutritt bei ca. -4.10 m = ca. 254.00 mNN (Bohrgut nass)
Wasserstand (BE = nach BE: -2.97 m = ca. 255.13 mNN (Blob -6.70 m)
Bohrende; Blob = am 20.08.2019: -3.17 m = ca. 254.93 mNN (Blob -5.45 m)
Bohrloch offen bis)

Geologische Deutung :

- 0.20 m Quartär (humoser Oberboden)
- 3.20 m Quartär (Hanglehm)
- 4.45 m Quartär (Sumpfton)
- 5.30 m Quartär (Auelehm)
- 5.70 m Quartär (Talschutt)
- 7.20 m Quartär (Talkiese)
- 7.30 m Quartär (Talschutt)

Bemerkung:

Probe C 518 aus -0.20 m bis -7.30 m (Mischprobe quartäre Deckschichten)

Probe P 8 aus -5.70 m bis -6.20 m (Talkiese)

Bohrfortschritt: bis - 1.00 m schwer (BD 50)
bis - 3.00 m mittel (BD 42)
bis - 4.00 m mittel (BD 36)
bis - 5.60 m schwer (BD 36)
bis - 6.60 m mittel (BD 36)
bis - 7.10 m mittel bis schwer (BD 36)
bis - 7.30 m sehr schwer (BD 36)

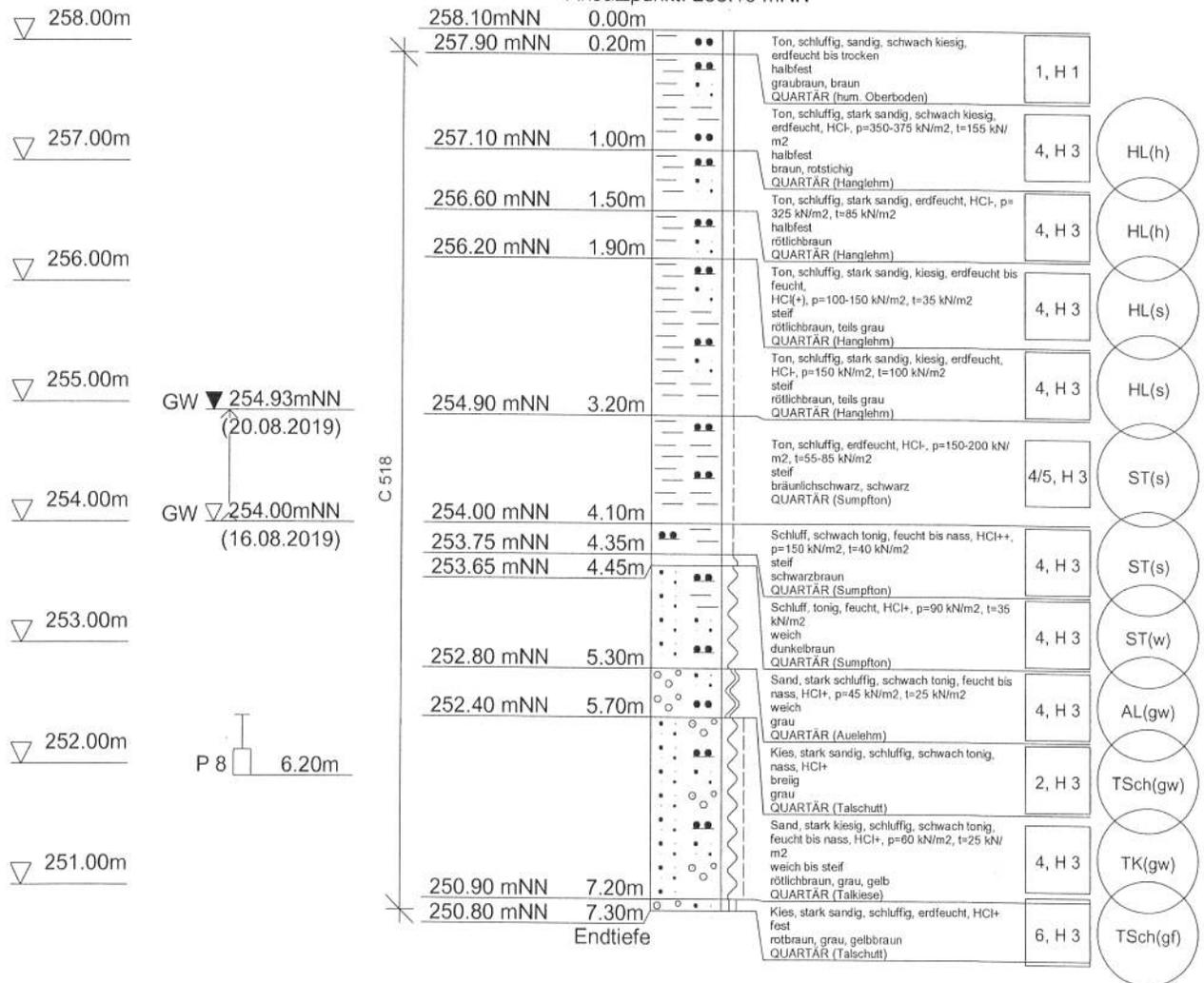
Bem.: Ab -7.30 m kein weiterer Bohrfortschritt möglich.



Ing-Büro H. Voigtmann	Projekt : "Furchgasse" in 71384 Weinstadt-Schnait
Brückenstr. 11/1	Projektnr. : 17119
D-71364 Winnenden	Anlage : 9/3
Tel. 07195-92500/ Fax -2622	Maßstab : 1: 60

BS 7

Ansatzpunkt: 258.10 mNN



Bemerkung: In Endtiefe kein weiterer Bohrfortschritt mehr möglich.

Maßnahme „Bebauungsplan „Furchgasse“
in 71384 Weinstadt-Schnait“

Kleinbohrung-Nr. 8
abgeteuft am 15.+16.08.2019

Ansatzpunkt ca. 260.10 mNN (= OK Gelände)
Wasserzutritt bei ca. -9.00 m = ca. 251.10 mNN (Bohrgut nass)
Wasserstand (BE = nach BE: -5.54 m = ca. 254.56 mNN (Blob -8.95 m)
Bohrende; Blob = am 20.08.2019: -5.19 m = ca. 254.91 mNN (Blob -8.20 m)
Bohrloch offen bis)

			Bodenklasse
	0.00 m bis	Gelände: Wiese, darunter:	
-	0.70 m = 0.70 m	Ton, schluffig, schwach kiesig, dunkelbraun, halbfest, erdfeucht, heller eckiger Feinkies, Gras, Wurzeln, Ziegel, kalkfrei; p=700 kN/m ² , t=145 kN/m ²	1
-	1.70 m = 1.00 m	Ton, schluffig, schwach kiesig, schwach sandig, rötlich-braun, schwarze Schlieren, graue und beige Fleckig, halbfest, erdfeucht, Mittel- bis Grobkies aus beigem Sandstein, schwach kalkhaltig; p=400 kN/m ² , t=75 kN/m ² ; optisch UM/TM-Boden	4
-	2.20 m = 0.50 m	Ton, schluffig, kiesig, rotbraun, bunt gesprenkelt, steif bis halbfest, erdfeucht, grauer und beiger eckiger Feinkies, Kohle oder Mangan, schwach kalkhaltig; p=200 kN/m ² , t=55 kN/m ² ; optisch UM-Boden	4
-	3.60 m = 1.40 m	Ton, schluffig, kiesig (Sandstein, hell), sandig, braun, schwarz, ockerfarben, steif, erdfeucht bis feucht, bunter eckiger Grob- bis Feinkies, stark kalkhaltig; optisch UM/SU*-Boden	4
-	4.10 m = 0.50 m	Ton, schluffig, kiesig, schwach sandig, hellbraun, teils rötlich, weich bis steif, erdfeucht, heller eckiger Mittel- bis Feinkies, stark kalkhaltig; p=100 kN/m ² , t=40 kN/m ² ; optisch UM-Boden	4
-	4.70 m = 0.60 m	Ton, schluffig, kiesig, schwach sandig, hellbraun, rötlich, steif bis halbfest, erdfeucht, eckiger und gerundeter Mittel- bis Feinkies, etwas Rost, stark kalkhaltig; p=200 kN/m ² , t=70 kN/m ² ; optisch UM-Boden	4
-	5.30 m = 0.60 m	Ton, schluffig, sandig, schwach kiesig, braun, helle Flecken, halbfest, erdfeucht, Mittel- bis Grobkies aus Sandstein, heller eckiger Feinkies, stark kalkhaltig; p=300 kN/m ² , t=105 kN/m ² ; optisch UM/TM-Boden	4
-	6.00 m = 0.70 m	Ton, schluffig, kiesig (Sandstein, hell; Mergelstein), braun, rotbraun, bunt gefleckt, steif bis halbfest, erdfeucht, Fein- bis Grobkies aus verschiedenem Material, stark kalkhaltig; optisch UM/TM-Boden	4
-	8.70 m = 2.70 m	Ton, schluffig, kiesig (Schluffstein), schwach sandig, braun, bunt gesprenkelt (grau, beige, rot), steif bis halbfest, erdfeucht bis feucht, bunter eckiger Grob- bis Feinkies), kalkhaltig; p=150-300 kN/m ² , t=55 kN/m ² ; optisch UM-Boden	4
-	9.00 m = 0.30 m	Schluff, stark kiesig, tonig, braun, steif, feucht, gelbbrauner gerundeter Grobkies aus Sandstein, kalkhaltig; optisch UM/GU*-Boden	4

Schichtenverzeichnis von BS 8
Fortsetzung

Anlage 10/2

Maßnahme „Bebauungsplan „Furchgasse“
in 71384 Weinstadt-Schnait“

Kleinbohrung-Nr. 8
abgeteuft am 15.+16.08.2019

Ansatzpunkt ca. 260.10 mNN (= OK Gelände)
Wasserzutritt bei ca. -9.00 m = ca. 251.10 mNN (Bohrgut nass)
Wasserstand (BE = nach BE: -5.54 m = ca. 254.56 mNN (Blob -8.95 m)
Bohrende; Blob = am 20.08.2019: -5.19 m = ca. 254.91 mNN (Blob -8.20 m)
Bohrloch offen bis)

			Bodenklasse
	9.00 m bis	Gelände: Wiese, darunter:	
-	9.30 m = 0.30 m	Sand, schluffig, schwach kiesig, schwach tonig, rötlich-braun, weich, nass, kalkhaltig; optisch SU*-Boden	4
-	9.40 m = 0.10 m	Kies (Sandstein), sandig, gelbbraun, braun, bräunlich grau, fest, erdfeucht, stark kalkhaltig; $p > 1800 \text{ kN/m}^2$	6

Geologische Deutung :

-	0.70 m	Quartär	(humoser Oberboden)
-	6.00 m	Quartär	(Hanglehm)
-	8.70 m	Quartär	(Verwitterungslehm)
-	9.00 m	Quartär	(Hangschutt)
-	9.30 m	Quartär	(Verwitterungslehm)
-	9.40 m	Quartär	(Hangschutt)

Bemerkung:

Probe C 518	aus	-0.70 m bis -9.40 m	(Mischprobe quartäre Deckschichten)
Probe P 9	aus	-4.20 m bis -4.70 m	(Hanglehm)

Bohrfortschritt:	bis -	1.00 m	schwer (BD 50)
	bis -	3.00 m	schwer (BD 42)
	bis -	3.20 m	schwer (BD 36)
	bis -	4.30 m	mittel (BD 36)
	bis -	5.00 m	schwer (BD 36)
	bis -	6.20 m	mittel (BD 36)
	bis -	6.60 m	schwer (BD 36)
	bis -	7.00 m	sehr schwer (BD 36)
	bis -	9.40 m	schwer (BD 36)

Bem.: Ab -9.40 m kein weiterer Bohrfortschritt möglich.

Schichtenverzeichnis von BS 9

Anlage 11/1

Maßnahme „Bebauungsplan „Furchgasse“
in 71384 Weinstadt-Schnait“

Kleinbohrung-Nr. 9
abgeteuft am 16.08.2019

Ansatzpunkt ca. 256.45 mNN (= OK Gelände)
Wasserzutritt bei ca. -2.20 m = ca. 254.25 mNN (Bohrgut nass)
Wasserstand (BE = nach BE: -2.03 m = ca. 254.42 mNN (Blob -4.20 m)
Bohrende; Blob = am 20.08.2019: -1.82 m = ca. 254.63 mNN (Blob -3.90 m)
Bohrloch offen bis)

			Bodenklasse
0.00 m bis	Gelände: Wiese, darunter:		
- 0.20 m = 0.20 m	Ton, schluffig, stark sandig, graubraun, braun, halbfest, erdfeucht		1
- 1.00 m = 0.80 m	Ton, schluffig, stark sandig, rötlichbraun, halbfest, erdfeucht, kalkfrei; p=250-275 kN/m ² , t=250-275 kN/m ² , t=105 kN/m ² ; optisch UM-Boden		4
- 1.80 m = 0.80 m	Ton, schluffig, sandig, braun, teil bräunlich grau, steif bis halbfest, erdfeucht, kalkfrei; p=175-300 kN/m ² , t=60 kN/m ² ; optisch UM-Boden		4
- 2.20 m = 0.40 m	Ton, schluffig, braungrau, schwarzgrau, steif bis halbfest, erdfeucht, bei -2.20 m etwas Torf, kalkfrei; p=125-250 kN/m ² , t=60 kN/m ² ; optisch TM/OT-Boden		4/5
- 3.30 m = 1.10 m	Sand, schluffig, schwach tonig, grau, weich, nass, feinsandig, schwach kalkhaltig; p=40 kN/m ² , t=17 kN/m ² ; optisch SU*-Boden		4
- 5.50 m = 2.20 m	Kies, stark sandig, schluffig, braun, ockerbraun, bindige Anteil breiig, nass, gerundete Steine, kalkhaltig; optisch GU-Boden		3
- 6.80 m = 1.30 m	Ton, schluffig, stark sandig, kiesig, rötlichbraun, violett, weich bis steif, feucht, kalkhaltig; p=100-200 kN/m ² ; optisch UM-Boden		4
- 8.70 m = 1.90 m	Schluffstein, verwittert, anfallend als Kies, stark sandig, schluffig, tonig, grau, teils weiße Fragmente, bindige Anteile steif, erdfeucht, stark kalkhaltig; optisch GU*-Boden		4
- 9.00 m = 0.30 m	Schluffstein, verwittert, anfallend als Schluff, stark sandig, kiesig, rotbraun, teils grau, fest, erdfeucht bis trocken, stark kalkhaltig; p=1600->1800 kN/m ²		6

Geologische Deutung :

- 0.20 m	Quartär	(humoser Oberboden)
- 1.80 m	Quartär	(Hanglehm)
- 2.20 m	Quartär	(Sumpfton)
- 3.30 m	Quartär	(bindiger Talsand)
- 5.50 m	Quartär	(Talkiese)
- 6.80 m	Quartär	(Verwitterungslehm)
- 9.00 m	Trias	(Gipskeuper, verwittert)

Schichtenverzeichnis von BS 9

Anlage 11/2

Fortsetzung

Maßnahme „Bebauungsplan „Furchgasse“
in 71384 Weinstadt-Schnait“

Kleinbohrung-Nr. 9
abgeteuft am 16.08.2019

Ansatzpunkt ca. 256.45 mNN (= OK Gelände)
Wasserzutritt bei ca. -2.20 m = ca. 254.25 mNN (Bohrgut nass)
Wasserstand (BE = nach BE: -2.03 m = ca. 254.42 mNN (Blob -4.20 m)
Bohrende; Blob = am 20.08.2019: -1.82 m = ca. 254.63 mNN (Blob -3.90 m)
Bohrloch offen bis)

Geologische Deutung :

- 0.20 m Quartär (humoser Oberboden)
- 1.80 m Quartär (Hanglehm)
- 2.20 m Quartär (Sumpfton)
- 3.30 m Quartär (bindiger Talsand)
- 5.50 m Quartär (Talkiese)
- 6.80 m Quartär (Verwitterungslehm)
- 9.00 m Trias (Gipskeuper, verwittert)

Bemerkung:

Probe C 518 aus -0.20 m bis -6.80 m (Mischprobe quartäre Deckschichten)

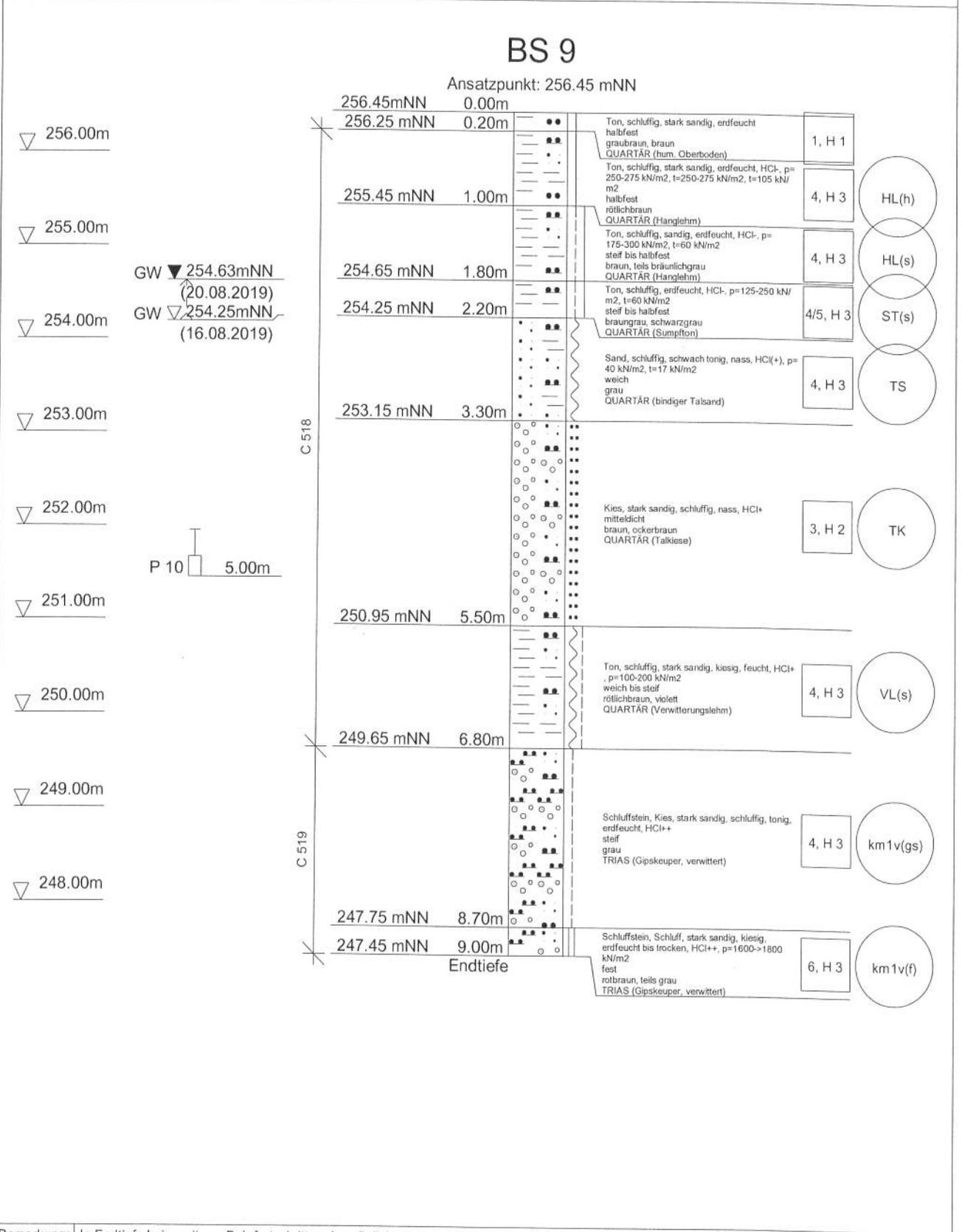
Probe C 519 aus -6.80 m bis -9.00 m (Mischprobe Gipskeuper)

Probe P 10 aus -4.50 m bis -5.00 m (Talkiese)

Bohrfortschritt: bis - 1.00 m mittel (BD 50)
bis - 1.80 m mittel (BD 42)
bis - 2.80 m schwer (BD 42)
bis - 3.00 m mittel (BD 42)
bis - 4.00 m mittel (BD 36)
bis - 5.00 m mittel bis schwer (BD 36)
bis - 5.80 m mittel (BD 36)
bis - 6.40 m mittel bis schwer (BD 36)
bis - 8.20 m schwer (BD 36)
bis - 9.00 m schwer bis sehr schwer (BD 36)

Bem.: Ab -9.00 m nahezu kein weiterer Bohrfortschritt möglich.

Ing-Büro H. Voigtmann	Projekt : "Furchgasse" in 71384 Weinstadt-Schnait
Brückenstr. 11/1	Projektnr. : 17119
D-71364 Winnenden	Anlage : 11/3
Tel. 07195-92500/ Fax -2622	Maßstab : 1: 60



Bemerkung: In Endtiefe kein weiterer Bohrfortschritt mehr möglich.

Schichtenverzeichnis von BS 10

Anlage 12/1

Maßnahme „Bebauungsplan „Furchgasse“
in 71384 Weinstadt-Schnait“

Kleinbohrung-Nr. 10
abgeteuft am 19.08.2019

Ansatzpunkt ca. 260.20 mNN (= OK Gelände)
Wasserzutritt -
Wasserstand (BE = nach BE: - (Blob -5.43 m)
Bohrende; Blob = am 20.08.2019: - (Blob -5.40 m)
Bohrloch offen bis)

0.00 m bis	Gelände: Wiesenweg, darunter:	Bodenklasse
- 0.20 m = 0.20 m	Schluff, tonig, schwach sandig, schwach kiesig, braun, halbfest, erdfeucht, Wurzeln, humos	1
- 0.30 m = 0.10 m	Kies (Sandsteinfragmente), grau, fest, trocken, stark kalkhaltig	3
- 2.50 m = 2.20 m	Ton, stark schluffig, schwach kiesig, schwach sandig, braun, graugrün, halbfest, erdfeucht, schwach kalkhaltig; p=500 kN/m ² , t=190 kN/m ² ; optisch SU*/UM-Boden	4
- 3.60 m = 1.10 m	Schluffstein, verwittert, anfallend als Schluff, tonig, schwach sandig, schwach kiesig, rötlichbraun, teils grau, halbfest bis fest, erdfeucht, stark kalkhaltig; p=1200-1800 kN/m ² , t=165 kN/m ² ; optisch UM-Boden	4/6
- 4.90 m = 1.30 m	Schluffstein, verwittert, anfallend als Schluff, schwach tonig, kiesig, grau, hellgrau, hellgrüngrau, fest, trocken, kalkhaltig; p>1800 kN/m ²	6
- 5.40 m = 0.50 m	Schluffstein, verwittert, anfallend als Schluff, schwach tonig, schwach kiesig, rotgrau, grau, graugrün, fest, trocken, kalkhaltig; p>1800 kN/m ²	6
- 5.50 m = 0.10 m	Schluffstein, verwittert, anfallend als Kies, stark schluffig, schwach tonig, violett, graugrün, fest, trocken, kalkfrei; p>1800 kN/m ²	6

Geologische Deutung :

- 0.30 m (Flächenbefestigung)
- 2.50 m Quartär (Verwitterungslehm)
- 5.50 m Trias (Gipskeuper, verwittert)

Schichtenverzeichnis von BS 10
 Fortsetzung

Anlage 12/2

Maßnahme „Bebauungsplan „Furchgasse“
 in 71384 Weinstadt-Schnait“

Kleinbohrung-Nr. 10
 abgeteuft am 19.08.2019

Ansatzpunkt ca. 260.20 mNN (= OK Gelände)
 Wasserzutritt -
 Wasserstand (BE = nach BE: - (Blob -5.43 m)
 Bohrende; Blob = am 20.08.2019: - (Blob -5.40 m)
 Bohrloch offen bis)

Geologische Deutung :

- 0.30 m (Flächenbefestigung)
 - 2.50 m Quartär (Verwitterungslehm)
 - 5.50 m Trias (Gipskeuper, verwittert)

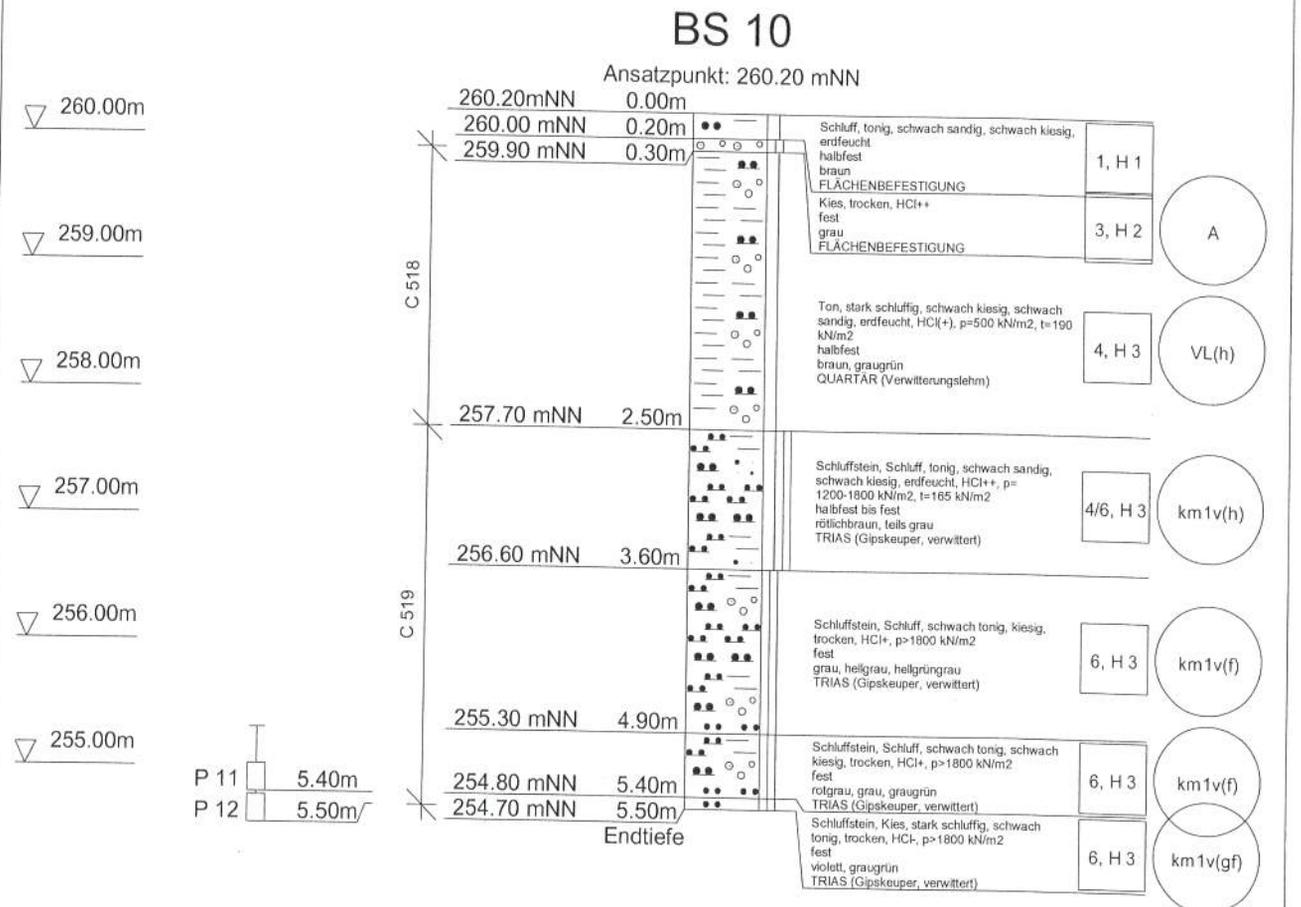
Bemerkung:

Probe C 518 aus -0.30 m bis -2.50 m (Mischprobe quartäre Deckschichten)
 Probe C 519 aus -2.50 m bis -5.50 m (Mischprobe Gipskeuper)
 Probe P 11 aus -4.90 m bis -5.40 m (Gipskeuper, verwittert)
 Probe P 12 aus -5.40 m bis -5.50 m (Gipskeuper, verwittert)

Bohrfortschritt: bis - 1.00 m schwer (BD 50)
 bis - 2.60 m schwer (BD 42)
 bis - 3.00 m sehr schwer (BD 42)
 bis - 4.40 m schwer (BD 36)
 bis - 5.50 m sehr schwer (BD 36)

Bem.: Ab -5.50 m kein weiterer Bohrfortschritt möglich.

Ing-Büro H. Voigtmann	Projekt : "Furchgasse" in 71384 Weinstadt-Schnait
Brückenstr. 11/1	Projektnr. : 17119
D-71364 Winnenden	Anlage : 12/3
Tel. 07195-92500/ Fax -2622	Maßstab : 1: 60



Bemerkung: In Endtiefe kein weiterer Bohrfortschritt mehr möglich.

Sickerversuche SV 1-2 in -3 m Tiefe

Anlage 13

Maßnahme „Bebauungsplan „Furchgasse“
in 71384 Weinstadt-Schnait“

ausgeführt am 14.08.2019

tabellarische Darstellung der Versickerung

t = Zeit in Minuten

h = Wasserspiegelhöhe in cm unter OK Gelände

SV 1 bei BS 1 (-3 m)		SV 2 bei BS 2 (-2 m)			
t	h	t	h		
0	0	0	0		
1	185	1	6		
2	230	2	12		
3	243	3	15		
4	246	4	17		
5	247	5	19		
10	249	10	25		
20	250	20	32		
30		30	38		
40		40	41		
60		60	46		
120		120	52		
180		180	57		
240		240	61		
330		330	66		

Quartär (Auelehm P 1, P 2 u. P 3) :

Probe		P 1	P 2	P 3
Kleinbohrung-Nr.		1	2	3
Entnahmetiefe (m unter OK Gelände)		1.9-2.4	1.7-2.2	3.6-4.1
natürlicher Wassergehalt		0.335	0.151	0.275
Wassergehalt a.d. Fließgrenze		0.377	0.279	0.334
Wassergehalt a.d. Ausrollgrenze		0.276	0.177	0.200
Wassergehalt a.d. Schrumpfgrenze		0.238	0.139	0.150
Plastizitätszahl		0.101	0.102	0.134
Konsistenzzahl		0.416	1.255	0.440
Zustandsform		weich	halbfest	weich
Bodenart nach DIN 18 196		OU	ST*/TL	TL
kf-Wert errechnet	m/sec	8.0x10 ⁻⁸	9.3x10 ⁻⁹	5.6x10 ⁻⁹
kf-Wert aus Tabelle	m/sec	1x10 ⁻⁹	1x10 ⁻⁷	8x10 ⁻⁹
Feuchtdichte	cal kN/m ³	16	20.5	19
Feuchtdichte u. Wasser	cal kN/m ³	6	10.5	9
Kohäsion c'	cal kN/m ²	10	20	5
Scherfestigkeit τ (\approx Kohäsion c_u)	kN/m ²		60	
Restscherfestigkeit τ_r	kN/m ²			
Reibungswinkel δ	cal Grad	17.5	27.5	27.5
Penetrometerwiderstand	kN/m ²	250	600	30
Auswertung gem. Grundbau-Taschenbuch, 8. Aufl., Teil 1, S. 166:				
Proctordichte	cal kN/m ³	15.1	18.8	17.6
optimaler Wassergehalt	cal	0.246	0.134	0.167
erforderliche Bindemittelmenge zur Erreichung des optimalen Wassergehaltes				
	Gew. %	5.9	1.2	7.2
	kg/m ³	85	21	118

Beschreibung der Bodenproben:

- Probe P 1 - Ton, schwach sandig, braun, dunkelrotbraun, teilweise dunkelbraun, steif bis halbfest, erdfeucht, etwas Feinsand, bei ca. -2.00 m Schicht mit 5 cm Torf, Kohle, kalkfrei; optisch ST*/SU*-Boden
- Probe P 2 - Ton, schluffig, sandig, leicht rötlichbraun, halbfest, erdfeucht, Wurzeln, Holzkohle, schwach kalkhaltig; optisch ST*/SU*-Boden
- Probe P 3 - Schluff, tonig, sandig, grau, graubraun, weich, feucht, kalkfrei; optisch UM/SU*-Boden

Quartär (Sumpfton P 6) :

Probe	P 6
Kleinbohrung-Nr.	5
Entnahmetiefe (m unter OK Gelände)	3.3-3.8

natürlicher Wassergehalt	0.506
Wassergehalt a.d. Fließgrenze	0.684
Wassergehalt a.d. Ausrollgrenze	0.426
Wassergehalt a.d. Schrumpfgrenze	0.329
Plastizitätszahl	0.258
Konsistenzzahl	0.690

Zustandsform	weich
--------------	-------

Bodenart nach DIN 18 196	OT
--------------------------	----

kf-Wert errechnet	m/sec	1.2x10 ⁻⁸
kf-Wert aus Tabelle	m/sec	5x10 ⁻¹¹

Feuchtdichte	cal	kN/m ³	16
Feuchtdichte u. Wasser	cal	kN/m ³	6
Kohäsion c'	cal	kN/m ²	12
Scherfestigkeit τ (\approx Kohäsion c_u)		kN/m ²	35
Restscherfestigkeit τ_r		kN/m ²	
Reibungswinkel	cal	Grad	17.5
Penetrometerwiderstand		kN/m ²	50

Auswertung gem. Grundbau-Taschenbuch, 8. Aufl., Teil 1, S. 166:

Proctordichte	cal	kN/m ³	11.1
optimaler Wassergehalt	cal		0.380

erforderliche Bindemittelmenge zur Erreichung des optimalen Wassergehaltes	Gew. %	8.4
	kg/m ³	85

Beschreibung der Bodenproben:

Probe P 6 - Ton, schluffig, schwach sandig, schwarzbraun, weich, feucht, stellenweise etwas grauer Feinsand, Torf, Pflanzenreste, stark kalkhaltig; optisch UM/OU-Boden

Quartär (Hanglehm P 7 u. P 9) :

Probe		P 7	P 9
Kleinbohrung-Nr.		6	8
Entnahmetiefe (m unter OK Gelände)		1.9-2.4	4.2-4.7
natürlicher Wassergehalt		0.160	0.181
Wassergehalt a.d. Fließgrenze		0.315	0.286
Wassergehalt a.d. Ausrollgrenze		0.236	0.207
Wassergehalt a.d. Schrumpfgrenze		0.206	0.177
Plastizitätszahl		0.079	0.079
Konsistenzzahl		1.962	1.329
Zustandsform		fest	halbfest
Bodenart nach DIN 18 196		UL/TL	ST*/UL
kf-Wert errechnet	m/sec	5.7x10 ⁻⁸	5.7x10 ⁻⁸
kf-Wert aus Tabelle	m/sec	1x10 ⁻⁷	5x10 ⁻⁷
Feuchtdichte	cal kN/m ³	21.5	20
Feuchtdichte u. Wasser	cal kN/m ³	11.5	10
Kohäsion c'	cal kN/m ²	22	23
Scherfestigkeit τ (\approx Kohäsion c_u)	kN/m ²	65	70
Restscherfestigkeit τ_r	kN/m ²		
Reibungswinkel	cal Grad	29	28.5
Penetrometerwiderstand	kN/m ²	150	200

Auswertung gem. Grundbau-Taschenbuch, 8. Aufl., Teil 1, S. 166:

Proctordichte	cal kN/m ³	16.7	17.8
optimaler Wassergehalt	cal	0.197	0.163

erforderliche Bindemittelmenge zur Erreichung des optimalen Wassergehaltes			
	Gew. %	0	1.2
	kg/m ³	0	21

Beschreibung der Bodenproben:

- Probe P 7 - Ton, schluffig, kiesig, schwach sandig, braun, hell, beige, grau gesprenkelt, steif, erdfeucht, Fein- und Mittelkies aus hellem Sandstein, schwach kalkhaltig; optisch TM-Boden
- Probe P 9 - Ton, schluffig, kiesig, schwach sandig, hellbraun, rötlich, steif bis halbfest, erdfeucht, eckiger und gerundeter Mittel- bis Feinkies, etwas Rost, stark kalkhaltig; optisch UM-Boden

Quartär (sandig-kiesiger Talschutt P 4 und Talkiese P 8 u. P 10) :

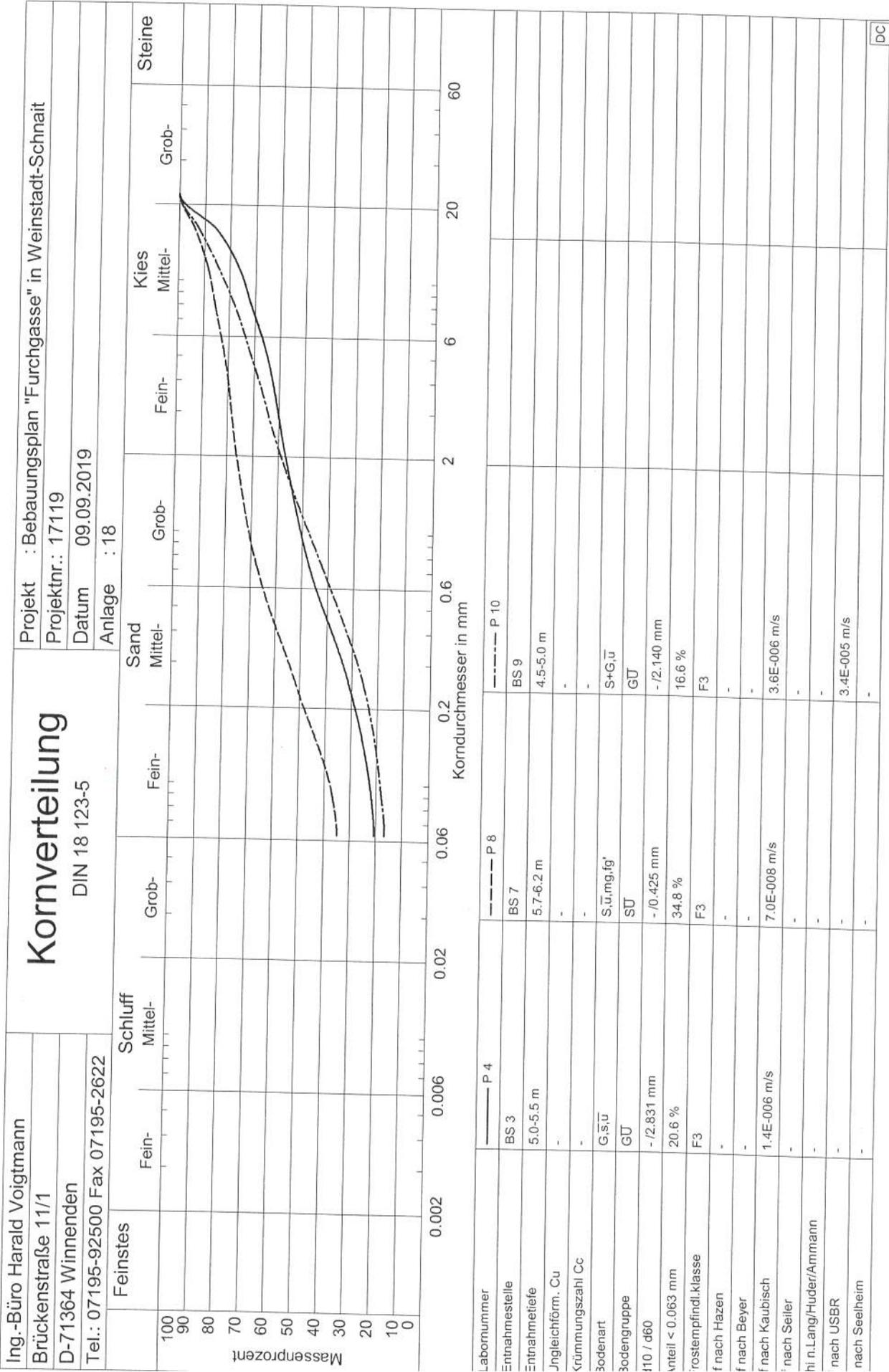
Probe		P 4 *	P 8 *	P 10 *
Kleinbohrung-Nr.		3	7	9
Entnahmetiefe (m unter OK Gelände)		5.0-5.5	5.7-6.2	4.5-5.0
natürlicher Wassergehalt		0.142	0.150	0.144
Anteile > 31.5 mm		0	0	0
Anteile > 2.0 mm		42.8	23.9	30.7
Anteile < 0.063 mm		20.6	34.8	16.6
Zustandsform		md	md-d	md-d
Konsistenz		weich	weich- steif	breiig
Bodenart nach DIN 18 196		GU*	SU*	SU*/SU
errechneter kf-Wert	m/sec	1.4 -6	7.0 -8	3.6 -6 und 3.4 -5
Feuchtdichte	cal kN/m ³	20	19.5	20.5
Feuchtdichte u. Wasser	cal kN/m ³	10	9.5	10.5
Kohäsion c'	cal kN/m ²	0	8	0
Scherfestigkeit τ (\approx Kohäsion c_u)	kN/m ²		25	
Restscherfestigkeit τ_r	kN/m ²			
Reibungswinkel	cal Grad	30	30	30
Penetrometerwiderstand	kN/m ²		60	

Beschreibung der Bodenproben:

- Probe P 4 - Sand (hellrot), kiesig (gerundete Sandsteine des Schilfsandsteins und Stubensandsteins), schluffig, schwach tonig, braun, gelblich, rötlich, weich, nass, stark kalkhaltig; optisch SU/SU⁺-Boden
- Probe P 8 - Sand (hellbeige, rötlich), stark kiesig (gerundete Sandsteine des Schilfsandsteins und Stubensandsteins), schluffig, schwach tonig, rötlichbraun, grau, gelb, bindige Anteile weich bis steif, feucht bis nass, kalkhaltig; optisch GU⁺-Boden
- Probe P 10 - Kies (gerundete Sandsteine des Schilfsandsteins und Stubensandsteins, 1 grauer gut gerundeter Kalkstein), stark sandig (hellrot), schluffig, braun, ockerbraun, bindige Anteil breiig, nass, gerundete Steine, kalkhaltig; optisch GU-Boden

*) Sieblinien s. Anlage 18

Lagerungsdichte: lo = locker ; md = mitteldicht ; d = dicht gelagert



Trias (verwitterter Gipskeuper P 5, P 11 u. P 12) :

Probe		P 5	P 11	P 12
Kleinbohrung-Nr.		4	10	10
Entnahmetiefe (m unter OK Gelände)		10.7-10.8	4.9-5.4	5.4-5.5
natürlicher Wassergehalt		0.134	0.101	0.087
Wassergehalt a.d. Fließgrenze				
Wassergehalt a.d. Ausrollgrenze				
Wassergehalt a.d. Schrumpfgrenze				
Plastizitätszahl				
Konsistenzzahl				
Zustandsform		fest	fest	fest
Bodenart nach DIN 18 196		Ustv	Ustv	Ustv
kf-Wert errechnet	m/sec			
kf-Wert aus Tabelle	m/sec			
Feuchtdichte	cal kN/m ³	22	22	22
Feuchtdichte u. Wasser	cal kN/m ³	12	12	12
Kohäsion c'	cal kN/m ²	40	45	50
Scherfestigkeit τ				
(\approx Kohäsion c_u)	kN/m ²			
Restscherfestigkeit τ_r	kN/m ²			
Reibungswinkel	cal Grad	30	30	30
Penetrometerwiderstand	kN/m ²	>1800	>1800	>1800

Beschreibung der Bodenproben:

- Probe P 5 - Schluffstein, verwittert, anfallend als Kies schluffig, tonig, violett, fest, trocken, kalkhaltig
- Probe P 11 - Schluffstein, verwittert, anfallend als Schluff, schwach tonig, schwach kiesig, rotgrau, grau, graugrün, fest, trocken, kalkhaltig
- Probe P 12 - Schluffstein, verwittert, anfallend als Kies, stark schluffig, schwach tonig, violett, graugrün, fest, trocken, kalkfrei

Probenahme
und
Erstellung
von
Analysen

auf den
Gebieten
Wasser, Boden,
Luft, Abfall,
Altlasten und
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM
GmbH



Daimler Str. 6
70736 Fellbach-
Oeffingen
Tel. 07 11 95 19 42-0
Fax 07 11 95 19 42-42
info@analytik-team.de
www.analytik-team.de

Prüfbericht: 1908170-1
Analytik gemäß VwV und DepV

Auftraggeber: Ing.-Büro Harald Voigtmann, Brückenstrasse 11/1, 71364 Winnenden
Projekt: Furchgasse Schnait
Projektbearbeiter: Herr Voigtmann
Probenahme: durch Auftraggeber
Bearbeitungszeitraum: 20.08. - 22.08.2019

Untersuchungsbefund für die Probe: C 518

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe [mg/kg TS]	
Naphthalin	< 0,01
Acenaphthylen	< 0,01
Acenaphthen	< 0,01
Fluoren	< 0,01
Phenanthren	0,01
Anthracen	< 0,01
Fluoranthren	0,02
Pyren	0,01
Benzo(a)anthracen	0,01
Chrysen	0,01
Benzo(b/k)fluoranthren	0,01
Benzo(a)pyren	0,01
Dibenzo(ah)anthracen	< 0,01
Indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0,01
Benzo(ghi)perylen	< 0,01
Summe PAK 16*	0,08

Polychlorierte Biphenyle [mg/kg TS]	
PCB 28	< 0,01
PCB 52	< 0,01
PCB 101	< 0,01
PCB 118	< 0,01
PCB 138	< 0,01
PCB 153	< 0,01
PCB 180	< 0,01
Summe PCB*	< 0,01

Aromatische KW [mg/kg TS]	
Benzol	< 0,010
Toluol	< 0,010
Ethylbenzol	< 0,010
m/p-Xylol	< 0,010
o-Xylol	< 0,010
i-Propylbenzol (Cumol)	< 0,010
Styrol	< 0,010
Summe AKW*	< 0,010

PAK DIN ISO 18287 2008-05
PCB DIN EN 15308 2008-05
AKW DIN 38407-9: 1991-05

* Die Komponenten unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden bei der Summenbildung nicht berücksichtigt

Chlorierte KW [mg/kg TS]	
Vinylchlorid	< 0,010
Dichlormethan	< 0,010
trans-1,2-Dichlorethen	< 0,010
1,1-Dichlorethan	< 0,010
cis-1,2-Dichlorethen	< 0,010
Trichlormethan	< 0,010
1,1,1-Trichlorethan	< 0,010
Tetrachlormethan	< 0,010
Trichlorethen	< 0,010
Tetrachlorethen	< 0,010
Summe LHKW*	< 0,010

Schwermetalle im Festst. [mg/kg TS]	
Arsen	As 6,7
Blei	Pb 27
Cadmium	Cd < 0,40
Chrom, ges.	Cr 27
Kupfer	Cu 20
Nickel	Ni 23
Quecksilber	Hg < 0,10
Thallium	Tl < 0,50
Zink	Zn 50

EOC [mg/kg TS]	< 0,50
MKW C ₁₀ -C ₂₂ [mg/kg TS]	< 50
MKW C ₁₀ -C ₂₈ [mg/kg TS]	< 50
Cyanide, ges. [mg/kg TS]	< 0,10
Extrah. lipophile St. [M.-%]	< 0,050

Organischer Anteil des Trockenrückstandes der Originalsubstanz [M.-%]	
bestimmt als Glühverlust	2,8
bestimmt als TOC	< 0,50

LHKW DIN EN ISO 10301: 1997
Saureaufschl. DIN EN 13657 2003-01
EOX DIN 38414-17 1989-11
MKW DIN EN 14039 2005-01
Cyan., Fest. DIN ISO 11262 2012-04
ELS LAGA KW/04 2012-09
Glühverlust DIN EN 15169 2007-05
TOC DIN EN 13137 2001-12

Eluat	
pH-Wert	8,3
Temperatur [°C]	23
Leitf. bei 25°C [µS/cm]	150
Chlorid [mg/l]	< 3,0
Sulfat [mg/l]	< 3,0
Cyanide, ges. [mg/l]	< 0,0050
Phenolindex [mg/l]	< 0,010

Schwermetalle im Eluat [mg/l]	
Arsen	As < 0,0030
Blei	Pb < 0,010
Cadmium	Cd < 0,0010
Chrom ges.	Cr < 0,010
Kupfer	Cu < 0,010
Nickel	Ni < 0,010
Quecksilber	Hg < 0,0001
Zink	Zn < 0,025
Barium	Ba 0,053
Molybdän	Mo < 0,010
Antimon	Sb < 0,0030
Selen	Se < 0,0030
DOC [mg/l]	6,9
Fluorid [mg/l]	0,81
Cyanide, l.f. [mg/l]	< 0,010
Gesamtgehalt an gelösten Festst. [mg/l]	130

Eluat DIN EN 12457-4 2003-01
pH-Wert DIN 38404-5 2009-07
Leitf. DIN EN 27888 1993-11
Chlorid DIN EN ISO 10304-1 2009-07
Sulfat DIN EN ISO 10304-1 2009-07
Cyan. ges. DIN 38405-13 2011-04
Phenolind. DIN 38409-16 1984-07
SM o. Hg DIN EN ISO 11885 2009-09
Hg DIN EN ISO 12846 2012-08
DOC DIN EN 1484 1997-08
Fluorid DIN EN ISO 10304-1 2009-07
Cyan., l.f. DIN 38405-13 2011-04
ADR DIN 38409-1 1987-01

Probeninformationen:

Probenbezeichnung:	C 518	Probenbehälter:	PE-Becher
Labornummer:	1908170-1	Probenmenge:	ca. 1l
Matrix:	Feststoff	Anmerkungen:	---

Anmerkung: Die im Prüfbericht aufgeführten Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Die auszugswise Verweilfähigkeit, ohne unserer schriftliche Genehmigung, ist nicht zulässig. Prüfberichte berücksichtigen die aktuellen Normforderungen der DIN EN ISO 17025:2005.

Fellbach, den 22. August 2019
Analytik-Team GmbH
i.V.

Dr. rer. nat. H. Wiedenmann
(Geschäftsführer)

DAKKS
Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14414-01-00



	Probenahme und Erstellung von Analysen	auf den Gebieten Wasser, Boden, Luft, Abfall, Alllasten und Klärschlamm	ANALYTIK-TEAM GmbH		Daimler Str. 6 70736 Fellbach- Oeffringen Tel. 07 11/95 19 42-0 Fax 07 11/95 19 42-42 info@analytik-team.de www.analytik-team.de
--	--	---	-----------------------	--	--

Prüfbericht: 1908170-2
Analytik gemäß VwV und DepV

Auftraggeber: Ing.-Büro Harald Voigtmann, Brückenstrasse 11/1, 71364 Winnenden
Projekt: Furchgasse Schnait
Projektbearbeiter: Herr Voigtmann
Probenahme: durch Auftraggeber
Bearbeitungszeitraum: 20.08. - 22.08.2019

Untersuchungsbefund für die Probe: C 519

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe [mg/kg TS]	
Naphthalin	< 0,01
Acenaphthylen	< 0,01
Acenaphthen	< 0,01
Fluoren	< 0,01
Phenanthren	< 0,01
Anthracen	< 0,01
Fluoranthren	0,01
Pyren	0,01
Benzo(a)anthracen	0,01
Chrysen	0,01
Benzo(b)fluoranthren	0,01
Benzo(a)pyren	< 0,01
Dibenzo(ah)anthracen	< 0,01
Indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0,01
Benzo(ghi)perylene	< 0,01
Summe PAK 16*	0,05

Polychlorierte Biphenyle [mg/kg TS]	
PCB 28	< 0,01
PCB 52	< 0,01
PCB 101	< 0,01
PCB 118	< 0,01
PCB 138	< 0,01
PCB 153	< 0,01
PCB 180	< 0,01
Summe PCB*	< 0,01

Aromatische KW [mg/kg TS]	
Benzol	< 0,010
Toluol	< 0,010
Ethylbenzol	< 0,010
m/p-Xylol	< 0,010
o-Xylol	< 0,010
i-Propylbenzol (Cumol)	< 0,010
Styrol	< 0,010
Summe AKW*	< 0,010

Chlorierte KW [mg/kg TS]	
Vinylchlorid	< 0,010
Dichlormethan	< 0,010
trans-1,2-Dichlorethen	< 0,010
1,1-Dichlorethen	< 0,010
cis-1,2-Dichlorethen	< 0,010
Trichlormethan	< 0,010
1,1,1-Trichlorethan	< 0,010
Tetrachlormethan	< 0,010
Trichlorethen	< 0,010
Tetrachlorethen	< 0,010
Summe LHKW*	< 0,010

Schwermetalle im Festst. [mg/kg TS]	
Arsen	As 3,2
Blei	Pb 5,7
Cadmium	Cd < 0,40
Chrom, ges.	Cr 23
Kupfer	Cu 25
Nickel	Ni 18
Quecksilber	Hg < 0,10
Thallium	Tl < 0,50
Zink	Zn 38

Organischer Anteil des Trockenrückstandes der Originalsubstanz [M.-%]	
bestimmt als Glühverlust	1,7
bestimmt als TOC	< 0,50

Eluat	
pH-Wert	9,4
Temperatur [°C]	23
Leitf. bei 25°C [µS/cm]	150
Chlorid [mg/l]	< 3,0
Sulfat [mg/l]	13
Cyanide, ges. [mg/l]	< 0,0050
Phenolindex [mg/l]	< 0,010

Schwermetalle im Eluat [mg/l]	
Arsen	As 0,0035
Blei	Pb < 0,010
Cadmium	Cd < 0,0010
Chrom ges.	Cr < 0,010
Kupfer	Cu < 0,010
Nickel	Ni < 0,010
Quecksilber	Hg < 0,0001
Zink	Zn < 0,025
Barium	Ba 0,21
Molybdän	Mo < 0,010
Antimon	Sb < 0,0030
Selen	Se < 0,0030
DOC [mg/l]	4,4
Fluorid [mg/l]	0,58
Cyanide, lf. [mg/l]	< 0,010
Gesamtgehalt an gelösten Festst [mg/l]	100

Eluat	DIN EN 12457-4: 2003-01
pH-Wert	DIN 38404-5: 2005-07
Leitf.	DIN EN 27888: 1993-11
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07
Cyan ges.	DIN 38405-13: 2011-04
Phenolind.	DIN 38409-16: 1984-07
SM o Hg	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Hg	DIN EN ISO 12845: 2012-08
DOC	DIN EN 1484: 1997-08
Fluorid	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07
Cyan., lf.	DIN 38405-13: 2011-04
ADR	DIN 38409-1: 1987-01

PAK DIN ISO 13287: 2008-05
 PCB DIN EN 15308: 2008-05
 AKW DIN 38407-9: 1991-05

* Die Komponenten unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden bei der Summenbildung nicht berücksichtigt

Probeninformationen:

Probenbezeichnung:	C 519	Probenbehälter:	PE-Becher
Labornummer:	1908170-2	Probenmenge:	ca 1l
Matrix:	Feststoff	Anmerkungen:	---

Anmerkung: Die im Prüfbericht aufgeführten Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Die auszugswweise Vervielfältigung, ohne unsere schriftliche Genehmigung, ist nicht zulässig. Prüfberichte berücksichtigen die aktuellen Normforderungen der DIN EN ISO 17025:2005.

Fellbach, den 22. August 2019
 Analytik-Team GmbH
 i.V.

Dr rer. nat. H. Wildemann
 (Geschäftsführer)



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-1414-01-00

	Probenahme und Erstellung von Analysen	auf den Gebieten Wasser, Boden, Luft, Abfall, Altlasten und Klärschlamm	ANALYTIK-TEAM GmbH		Daimler Str. 6 70736 Fellbach-Öfftingen Tel. 07 11 95 19 42-0 Fax 07 11 95 19 42-42 info@analytik-team.de www.analytik-team.de
--	--	---	--------------------	--	---

Prüfbericht: 1908152
 Analytik gemäß DIN 4030

Auftraggeber: Ing.-Büro Harald Voigtmann, Brückenstrasse 11/1, 71364 Winnenden
Projekt: Weinstadt-Schnait
Projektbearbeiter: Herr Voigtmann
Probenahme: durch Auftraggeber
Bearbeitungszeitraum: 17.08.-21.08.2019

Untersuchungsbefund:

Parameter	WP BS 8	Dimension
pH-Wert	7,3	---
Temperatur	20	°C
KMnO ₄ -Verbrauch	8,6	mg/l
Ammonium	< 0,050	mg/l
Calcium	190	mg/l
Magnesium	57	mg/l
Gesamthärte	40	°dH
Kalklösende Kohlensäure	< 15	mg CO ₂ /l
Chlorid	230	mg/l
Sulfat	110	mg/l
Sulfid	< 0,10	mg/l
Beurteilung nach DIN 4030	nicht angreifend	---

pH-Wert:	DIN EN ISO 10523 : 2012-04	KMnO ₄ -Verbrauch:	DIN EN ISO 8467 : 1995-05
Ammonium:	DIN 38406-E 5-1 : 1983-10	Calcium/Magnesium:	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Kalklösende Kohlensäure:	DIN 38404 C 10 : 2012-02	Chlorid/Sulfat:	DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
Sulfid:	DIN 38405 D 27 : 1992-07	Gesamthärte:	DIN 38409 H 6 : 1986-01

Probeninformationen:

Probenbezeichnung:	WP BS 8
Labornummer:	1908152
Matrix:	Wasser
Probenbehälter:	2x1l Glasfl.+0,25l Glasschliffli. mit Marmorpulver
Probenmenge:	2,25l

Anmerkung: Die im Prüfbericht aufgeführten Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Die auszugsweise Vervielfältigung, ohne unsere schriftliche Genehmigung, ist nicht zulässig. Prüfberichte berücksichtigen die aktuellen Normforderungen der DIN EN ISO 17025:2005.

Fellbach, den 21. August 2019
 Analytik-Team GmbH
 i.V.

Dr. rer. nat. H. Wildermann
 (Geschäftsführer)



Klassifikation der Böden

Seite  Zentrum
 E.16 Geotechnik

Lehrstuhl für Grundbau, Bodenmechanik, Felsmechanik und Tunnelbau

2.3.1 Klasse B: Boden

2.3.1.1 Klasse BN: Nichtbindige Böden, Hauptbestandteile Sand und Kies, Korngröße bis 63 mm

Feinkornanteil	Klasse
bis 15%	BN 1
über 15%	BN 2

2.3.1.2 Klasse BB: Bindige Böden, Hauptbestandteile Schluff, Ton oder Sand, Kies mit starkem Einfluss der bindigen Anteile

undrÄnirierte Scherfestigkeit c_u [kN/m ²]	Konsistenz	Klasse
bis 20	flüssig bis breiig	BB 1
über 20 bis 200	weich bis steif	BB 2
über 200 bis 600	halbfest	BB 3
über 600	fest bis sehr fest	BB 4

2.3.1.3 Klasse BO: Organische Böden, Hauptbestandteile: Torf, Mulde und Humus

Hauptbestandteile	Klasse
Mulde, Humus und zersetzte Torfe	BO 1
unzersetzte Torfe	BO 2

2.3.1.4 Zusatzklasse BS: Steine und Blöcke

Kommen in Lockergesteinen Steine und Blöcke vor, so ist die Zusatzklasse BS ergänzend zu den Abschnitten 2.3.1.1 bis 2.3.1.3 anzugeben

Korngröße	Volumenanteil Steine und Blöcke	
	bis 30%	über 30%
über 63 mm bis 200 mm (Steine)	BS 1	BS 2
über 200 mm bis 600 mm (Blöcke)	BS 3	BS 4

Blöcke größer 600 mm sind hinsichtlich ihrer Größe gesondert anzugeben.

2.3.2 Klasse F: Fels

2.3.2.1 Klasse FV

Verwitterungsgrad	Trennflächenabstand		
	bis 10 cm	über 10 cm bis 30 cm	über 30 cm
zersetzt	in Klasse BB oder BN einzustufen		
enfestigt	FV 1		
angewittert	FV 2		FV 3
unverwittert	FV 4	FV 5	FV 6

Verwitterungsgrad und Trennflächenabstand sind gemäß Merkblatt zur Felsbeschreibung für den Straßenbau anzugeben.

2.3.2.2 Zusatzklassen FD: Einaxiale Festigkeit

Für die Felsklassen FV2 bis FV 6 sind die Zusatzklassen FD ergänzend anzugeben.

Einaxiale Festigkeit [N/mm ²]	Klasse
bis 20	FD 1
über 20 bis 80	FD 2
über 80 bis 200	FD 3
über 200 bis 300	FD 4
über 300	FD 5

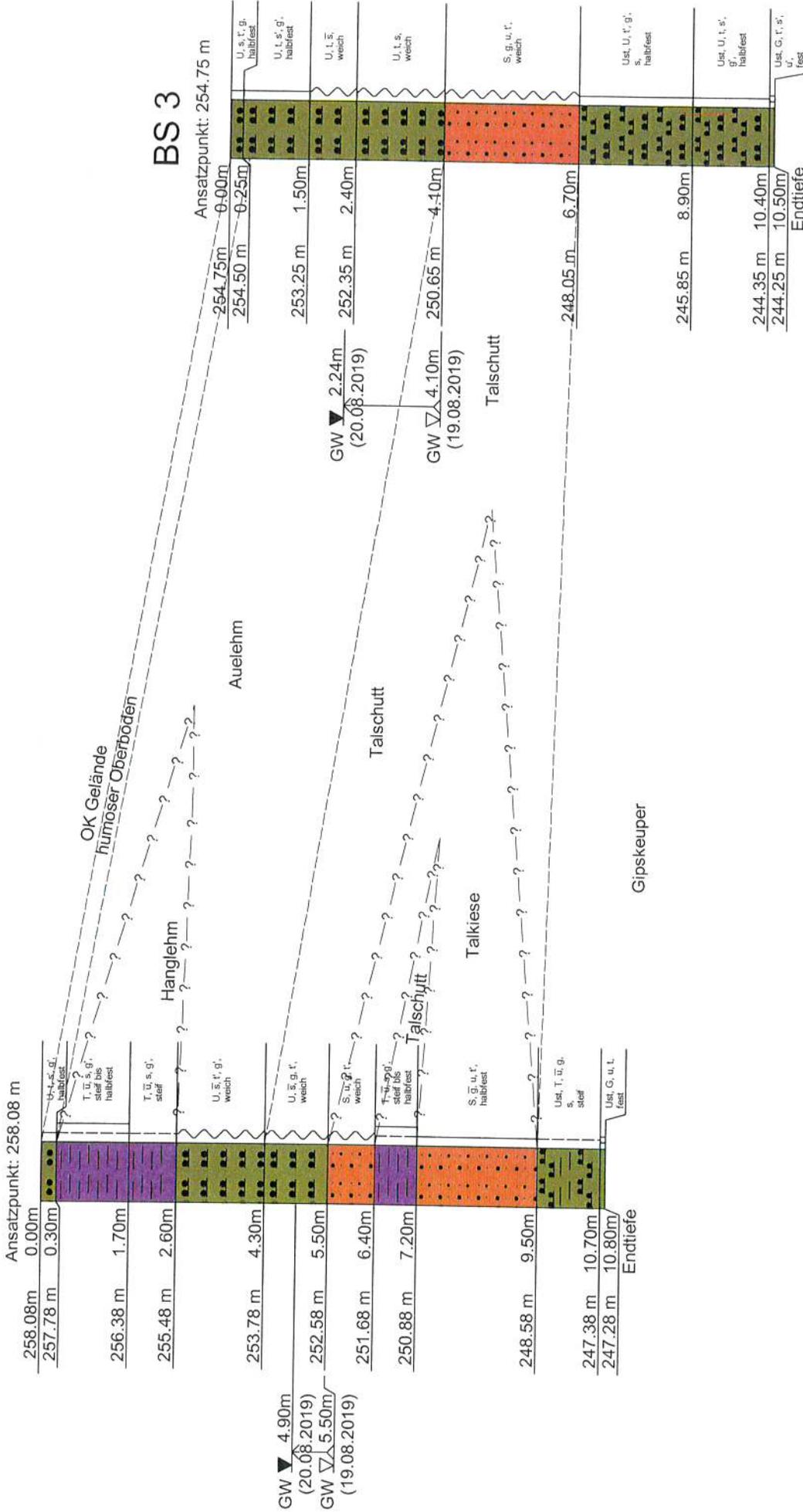
2.4 Beschreibung und Einstufung von Auffüllungen und sonstigen Stoffen

Soweit möglich werden Auffüllungen und sonstige Stoffe, z.B. Bauteile, Recyclingstoffe, industrielle Nebenprodukte, Abfall, nach Abschnitt 2.2 beschrieben und nach Abschnitt 2.3 eingestuft. Ist dies nicht möglich, werden sie im Hinblick auf ihre Eigenschaften für Bohrarbeiten spezifisch beschrieben, z.B. nach Druckfestigkeit, Gesteinsart und -körnung, Bewehrungsanteil.

Tabelle E11.20: Bodenklassen nach DIN 18301-2006: Bohrarbeiten

Nordost
BS 4

Südwest

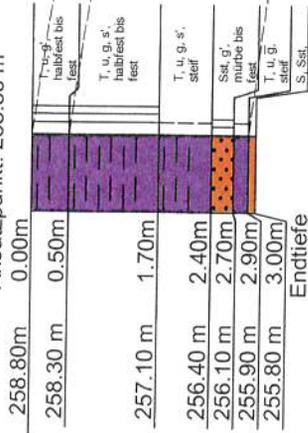


Ing.-Büro H. Voigtmann Brückenstraße 11/1 D.-71364 Winnenden Tel 07195-92500 / Fax 07195-2622	Bauherr	: Stadt Weinstadt	Maßstab	: 1:110/1	Datum:
	Bauort	: Weinstadt-Schnait	Bearbeiter:	H. Voigtmann	
	Bauvorhaben:	Baugebiet "Furchgasse"	Gezeichnet:	A.Kulp	
	Bauteil	:	Anlage:	24	
Plan-Nr.: Schnitt 1					

Nordost

BS 6

Ansatzpunkt: 258.80 m



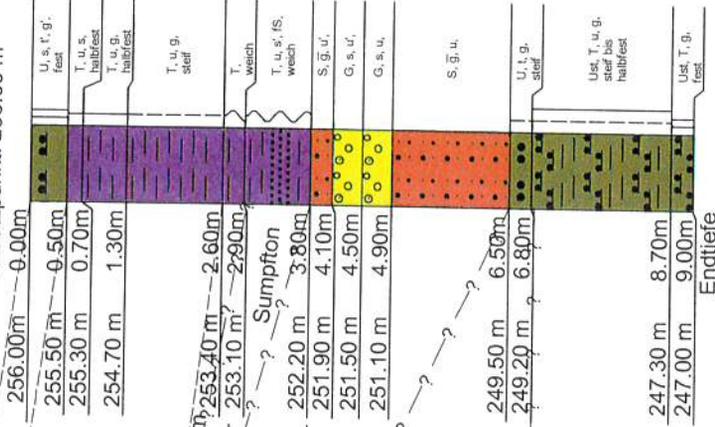
Hangschutt

OK Gelände
humoser Oberboden

Hanglehm

BS 5

Ansatzpunkt: 256.00 m



Gipskeuper

Endtiefe

Südwest

Ing.-Büro H. Voigtmann
Brückenstraße 11/1
D.-71364 Winnenden
Tel 07195-92500 / Fax 07195-2622

Bauherr : Stadt Weinstadt
Bauort : Weinstadt-Schnait
Bauvorhaben: Baugebiet "Furchgasse"
Bauteil :

Maßstab : 1:100/1
Datum:
Bearbeiter : H. Voigtmann
Gezeichnet: A. Kulp
Anlage : 25

Plan-Nr.:

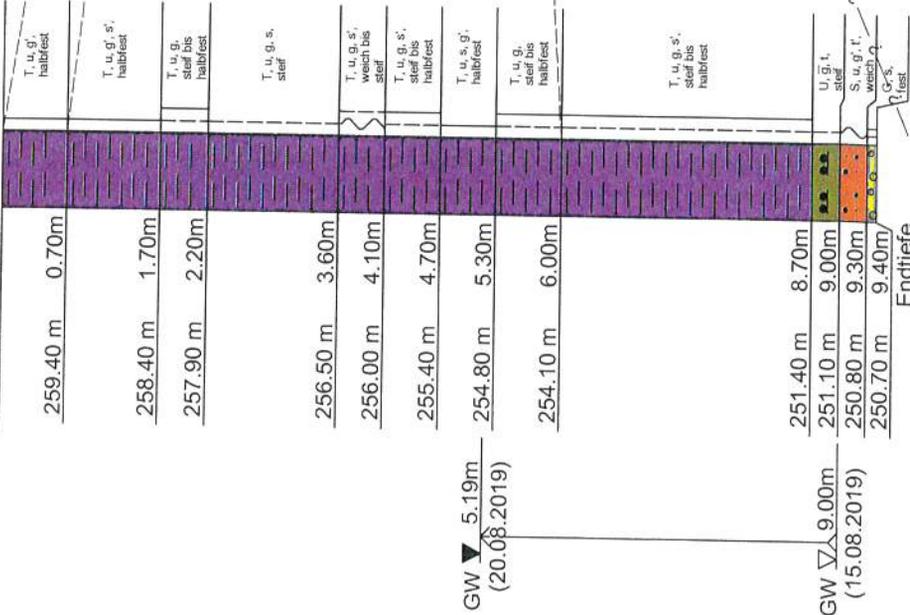
Schnitt 2

Nordost

Südwest

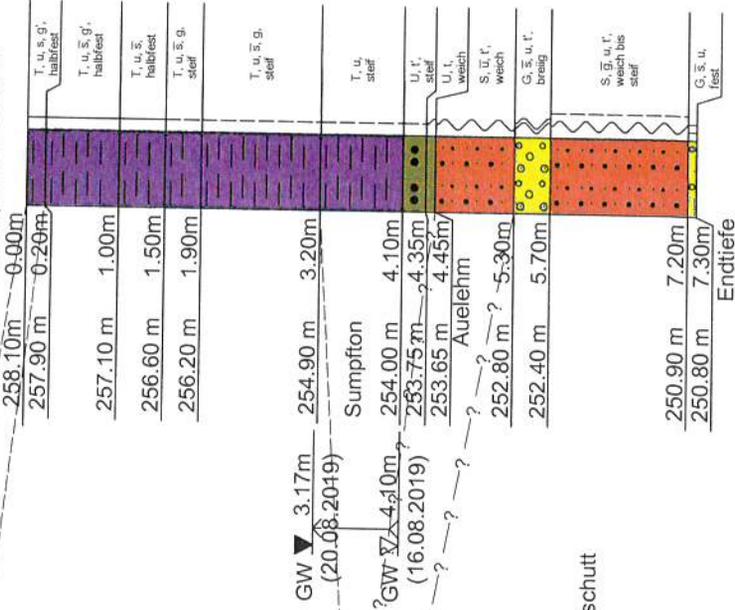
BS 8

Ansatzpunkt: 260.10 m
0.00m



BS 7

Ansatzpunkt: 258.10 m



Ing.-Büro H. Voigtmann
 Brückenstraße 11/1
 D.-71364 Winnenden
 Tel 07195-92500 / Fax 07195-2622

Bauherr : Stadt Weinstadt
 Bauort : Weinstadt-Schnait
 Bauvorhaben: Baugebiet "Furchgasse"
 Bauteil :

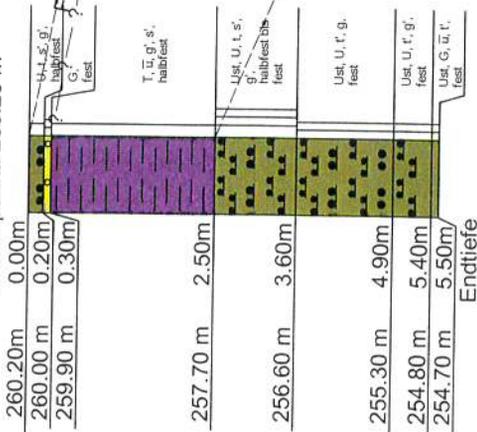
Maßstab : 1:80/1:1 Datum:
 Bearbeiter : H. Voigtmann
 Gezeichnet: A. Kulp
 Anlage : 26

Plan-Nr.:

Schnitt 3

**Nordost
BS 10**

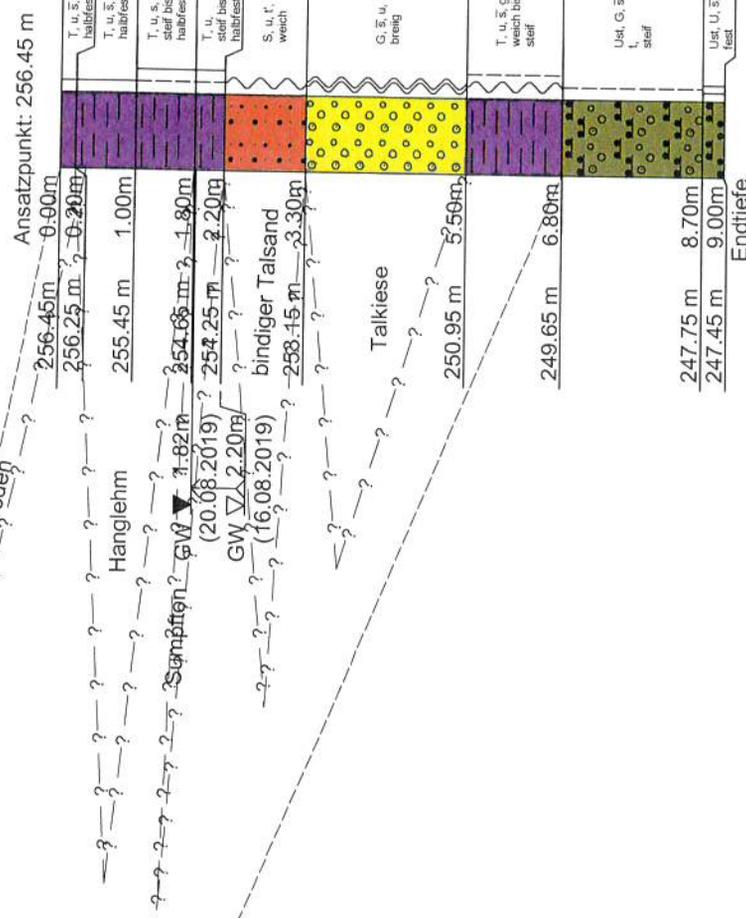
Ansatzpunkt: 260.20 m



Endtiefe

Südwest

BS 9



Endtiefe

Flächenbefestigung ?
OK Gelände

Verwitterungslehm

Gipskeuper

Ansatzpunkt: 256.45 m
256.45 m
256.25 m
255.45 m
254.65 m
254.25 m
253.15 m

0.00m
0.20m
1.00m
1.80m
2.20m
2.30m
bindiger Talsand
Talkiese

Talkiese

250.95 m
249.65 m
247.75 m
247.45 m

Ing.-Büro H. Voigtmann
Brückenstraße 11/1
D.-71364 Winnenden
Tel 07195-92500 / Fax 07195-2622

Bauherr	: Stadt Weinstadt	Maßstab	: 1:100/1	Datum:	
Bauort	: Weinstadt-Schnait	Bearbeiter	: H. Voigtmann		
Bauvorhaben:	Baugebiet "Furchgasse"	Gezeichnet:	A. Kulp		
Bauteil	:	Anlage	: 27		

Plan-Nr.:

Schnitt 4