

Bebauungsplan “MITTLERER WEG”

70734 FELLBACH

Geotechnischer Bericht

für die Errichtung einer Fachschule und eines Kindergartens

Projekt Nr. 1183083

Auftraggeber: Stadt Fellbach
 Stadtplanungsamt
 Marktplatz 1
 70734 Fellbach

Kernen, den 21.3.2019

Verteiler: Stadtplanungsamt Fellbach, 2-fach und digital

INHALT

1. Vorgang	1
2. Vorhandene Unterlagen und Daten	1
3. Durchgeführte Untersuchungen	1
4. Geotechnische Kategorie	2
5. Geologisch-hydrogeologische und morphologische Verhältnisse	2
6. Ergebnisse der Untersuchungen	3
6.1. Kampfmitteluntersuchung	3
6.2. Untergrundaufbau	3
6.3. Lagerungsdichte/Konsistenzen - Rammsondierungen	5
6.4. Grundwasser	7
6.5. Bodenmechanische Laboruntersuchungen	8
6.6. Chemische Untersuchungen	11
7. Schlussfolgerungen aus den Untersuchungen	12
7.1. Geotechnische Einstufung der Bodenschichten	12
7.2. Erdstatische Kennwerte	12
7.3. Vorschlag für Homogenbereiche	13
8. Folgerungen für die geplante Baumaßnahme	15
8.1. Beschreibung der relevanten Bauwerksdaten	15
8.2. Gründung des Gebäudes	15
8.3. Auflagerung der Bodenplatte	17
8.4. Bauwerk und Wasser	18
8.5. Baugrube	18
8.6. Bautechnische Hinweise	20
9. Schlussbemerkung	21

TABELLEN

Tab.	1:	Untergrundaufbau in den Aufschlüssen	4
Tab.	2:	Ergebnisse der Rammsondierungen	5
Tab.	3:	Eindringwiderstand DPH 15 und zugeordnete Konsistenzen/ Lagerungsdichten	6
Tab.	4:	Wasserzutritte und Wasserstände in den Aufschlüssen	7
Tab.	5:	Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen	8
Tab.	6:	Ergebnisse der Proctor-Versuche	10
Tab.	7:	Schrumpfgefahr und Quellvermögen der Bodenschichten	11
Tab.	8:	Geotechnische Einstufung der Bodenschichten	12
Tab.	9:	Kennwerte der einzelnen Bodenschichten für erdstatische Berechnungen	13
Tab.	10:	Eigenschaften der Bodenschichten	14

ANLAGEN

Anlage	1:	Übersichtslageplan
Anlage	2:	Lageplan des Untersuchungsgeländes mit Verzeichnung der Aufschlüsse
Anlage	3:	Schichtaufnahmen und Lichtbilder der Kernbohrungen, Schichtaufnahmen der Kleinbohrungen, Sondierprotokolle der Rammsondierungen
Anlage	4:	Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen
Anlage	5:	Chemische Analysen
Anlage	6:	Exemplarische Setzungsabschätzung

1. Vorgang

Die Stadt Fellbach plant auf dem Gelände „Mittlerer Weg“ mit den Flurstücken 4721, 4722/1, 4722/2, 4723/1, 4723/2 und 4724 die Errichtung einer Fachschule und eines Kindergartens. Vorbereitend für die Planungen sollten geologische Untersuchungen durchgeführt werden, hierzu wurde unser Büro von der Stadt Fellbach beauftragt.

2. Vorhandene Unterlagen und Daten

Zu dem Gelände standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung bzw. wurden verwendet:

- ▷ Bebauungsplan „Mittlerer Weg“ 1:1.000, zeichnerischer Teil (Stadt Fellbach, ohne Datum);
- ▷ Luftbild ohne Maßstab (Stadt Fellbach, ohne Datum);
- ▷ /Luftbildauswertung auf Kampfmittelbelastung Kienbachstr. Ecke Esslinger Str., Fellbach (Büro R. Hinkelbein, 5.2.2018);
- ▷ Lageplan Gebäudeverortung 1:500 (ALHO, 18.9.2018);
- ▷ Bohrantrag gemäß § 42 WG (WEHRSTEIN GEOTECHNIK, 28.11.2018);
- ▷ wasserrechtliche Entscheidung (Landratsamt Rems-Murr-Kreis, 18.12.2018);
- ▷ Lagepläne zum Verlauf von Strom-, Telefon-, Fernwärme-, Gas- und Wasserleitungen.

Das Arbeitsgebiet liegt im Ausschnitt der Topographischen und der Geologischen Karte von Baden-Württemberg 1:25.000, Blatt 7121 Stuttgart-Nordost.

3. Durchgeführte Untersuchungen

Folgende Untersuchungen wurden durchgeführt:

- ▷ 2 Kernbohrungen (KB, D = 178 mm) mit Bohrtiefen von jeweils 10 m zur Schichtaufnahme, Überprüfung von Wasserzutritten, Entnahme von Bodenproben (Durchführung durch Fa. Terrasond, Günzburg);
- ▷ 5 Kleinbohrungen (RKS, D = 50 mm) mit Bohrtiefen von 6,0-7,3 m zur Schichtaufnahme, Probenahme, Klärung von Wasserzutritten;
- ▷ 3 Rammsondierungen (RS) mit der Schweren Rammsonde (DPH 15) gemäß DIN EN 22476-2 mit Sondiertiefen von 8,5-8,9 m zur Ermittlung von Schichtgrenzen, Lagerungsdichten und Konsistenzen;
- ▷ Einmessung der Untersuchungspunkte nach der Lage (Maßbandgenauigkeit, bezogen auf Gebäudekanten) und Höhe ü.NN unter Zuhilfenahme des Schachtes mit der Höhe 296,40 m ü.NN;

- ▷ Entnahme von 32 gestörten Bodenproben aus den Aufschlüssen;
- ▷ Ermittlung des natürlichen Wassergehalts gemäß DIN 18121 an 21 Bodenproben;
- ▷ Ermittlung der Konsistenzgrenzen nach ATTERBERG gemäß DIN 18122 an 6 Bodenproben;
- ▷ Ermittlung der Kornverteilung gemäß DIN 18123 an 2 Bodenproben;
- ▷ Durchführung eines Proctorversuchs gemäß DIN 18127 an 2 Bodenproben;
- ▷ Chemische Untersuchung des Gesamtgehalts an organisch gebundenem Kohlenstoff (TOC) und des Glühverlusts an 4 Bodenproben;
- ▷ Chemische Untersuchung im Umfang der Deponieverordnung (DepV) an 1 Bodenmischprobe.

Die Geländeuntersuchungen wurden im Zeitraum vom 4.2.2019 bis 13.2.2019 durchgeführt.
Dem vorliegenden Bericht sind folgende Anlagen beigelegt:

- ▷ Anlage 1: Übersichtslageplan;
- ▷ Anlage 2: Lageplan des Untersuchungsgeländes mit Verzeichnung der Aufschlüsse;
- ▷ Anlage 3: Schichtaufnahmen und Lichtbilder der Kernbohrungen, Schichtaufnahmen der Kleinbohrungen, Protokolle der Rammsondierungen;
- ▷ Anlage 4: Ergebnisse der bodenmechanischen Untersuchungen;
- ▷ Anlage 5: Chemische Analysen;
- ▷ Anlage 6: Exemplarische Setzungsabschätzung.

4. Geotechnische Kategorie

Entsprechend DIN EN 1997-1:2009-09 EC 7 ist die Baumaßnahme in die Geotechnische Kategorie GK 2 einzustufen.

5. Geologisch-hydrogeologische und morphologische Verhältnisse

Das Untersuchungsgebiet liegt im Südwesten von Fellbach an der Esslinger Straße am Fuß des Kappelbergs. Das Grundstück weist eine Größe von ca. 3.100 m² auf und grenzt mit der Ostseite (Schmalseite) an die Esslinger Straße an, mit der Südseite an die Kienbachstraße. Nach Westen und Norden schließen sich landwirtschaftliche Nutzflächen an. Das Gelände weist ein mittleres Höhenniveau von etwa 298,5 m ü.NN auf, es fällt von Südwesten nach Nordosten um etwa 1,5 m ein.

Nach der Geologischen Karte liegt das Untersuchungsgelände im Bereich weitspanniger Lösslehmablagerungen, unter diesen feinkörnigen Schichten sind die Tonsteine des Gipskeupers (Grabfeld-Formation) bzw. diejenigen des Unterkeupers (Erfurt-Formation) zu erwarten. Eine leichte morphologische Einbuchtung in SSW-NNE-Richtung entlang der Westgrenze des Grundstücks könnte auf ein früher hier verlaufendes Gerinne als Abfluss vom Kappelberg hindeuten, hier sind u.U. auch aueartige Ablagerungen möglich.

Tektonische Störungen verzeichnet die Karte nicht, die Grenze vom Unterkeuper zum Gipskeuper kann in einer Höhenlage von etwa 280-283 m ü.NN erwartet werden. Quellen oder Wasserfassungen sind im Arbeitsgebiet und der näheren Umgebung nicht vorhanden, das Untersuchungsareal liegt nicht in einem ausgewiesenen oder festgesetzten Wasserschutzgebiet.

6. Ergebnisse der Untersuchungen

6.1. Kampfmitteluntersuchung

Nach der Luftbildauswertung ist ein Bombentrichter nordöstlich außerhalb des Untersuchungsareals (östlich der Esslinger Straße) nachgewiesen, so dass ein Teil des 50 m-Radius („bombardierter Bereich“) das Untersuchungsgelände gerade noch in der Nordostecke tangiert. Die Untersuchungspunkte waren hiervon nicht betroffen.

Für die Bauarbeiten ist zu beachten, dass in bombardierten Bereichen Tiefbauarbeiten unter Aufsicht eines Feuerwerkers durchgeführt werden müssen, Pfahl-, Verbau-, Ankerbohrungen etc. müssen vorsondiert werden.

6.2. Untergrundaufbau

Zur Erkundung des Untergrundaufbaus wurden zwei Kernbohrungen (durch Fa. Terrasond, Günzburg) sowie fünf Kleinbohrungen und drei Rammsondierungen (durch unser Büro) niedergebracht. Die Lage der Untersuchungspunkte geht aus Anlage 2 hervor, die Schichtaufnahmen sind in Anlage 3 beigelegt. Der durch die Bohrungen erschlossene Untergrundaufbau ist in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tab. 1: Untergrundaufbau in den Aufschlüssen

Aufschluss	Ansatz [m ü.NN]	Oberboden/ Ackerbearbeitungszone [m]	Lösslehm [m]	Hanglehm [m]	Verwitterungszone Gipskeuper [m]	UK Deckschichten [m ü.NN]	Gipskeuper [m]
KB 1	297,99	0,80	5,70	0,90	0,90	289,69	> 1,70
KB 2	296,95	0,70	5,30	1,10	0,40	289,45	> 2,50
RKS 1	299,18	0,50	2,60	2,90	> 0,30	< 292,88	n.e.
RKS 2	298,30	0,70	4,90	> 0,40	n.e.	n.e.	n.e.
RKS 3	297,71	0,80	2,80	> 2,40	n.e.	n.e.	n.e.
RKS 4	297,39	0,70	4,80	> 0,50	n.e.	n.e.	n.e.
RKS 5	297,41	0,40	3,30	> 1,30	n.e.	n.e.	n.e.

> = Untergrenze im Aufschluss nicht erreicht. n.e. = Schichtglied im Aufschluss nicht erreicht.

Im Baufeld liegen damit relativ einheitliche Verhältnisse vor.

Zuoberst waren in allen Aufschlüssen Schlufflehme mit organischen Anteilen, Pflanzenhäcksel etc. mit brauner bis dunkelbrauner Farbe vorhanden, hier bezeichnet als **Oberboden/ Ackerbearbeitungszone**. Um einen klassischen Oberboden handelt es sich hierbei nicht. Die Mächtigkeit dieser Schicht betrug zwischen 0,4 und 0,8 m, wobei eine Abgrenzung zu den tieferen Schichten z.T. relativ willkürlich vorgenommen wurde und sich v.a. an der Farbe orientierte. Lag noch dunklere Färbung vor, die auf organische Substanz hindeutet, wurde der Horizont noch zur Ackerbearbeitungszone gezählt.

Zur Tiefe hin gingen diese Schichten mit z.T. fließendem Übergang in **Lösslehme** über, bei denen es sich um ein feinkörniges und relativ gleichkörniges, ursprünglich aeolisch verfrachtetes, feinsandiges Sediment handelt. Mit zunehmender Verwitterung verlehmen die Schichten stärker und nimmt der Kalkgehalt ab. Die hier vorliegenden Schichten wiesen bereits weitgehende Umwandlung zu Lösslehm mit geringem Kalkanteil und stärkerer Verlehmung auf. Die Konsistenz dieses Schichtgliedes lag zwischen weich und steif mit Schwerpunkt bei weich-steif. Die Mächtigkeit lag zwischen 2,8 und 5,7 m, wobei die Mächtigkeit in den Kleinbohrungen aufgrund des Bohrverfahrens weniger gut zu bestimmen ist als in den Kernbohrungen.

Zur Tiefe hin gingen die Lösslehme in **Hanglehme** über, bei denen es sich um tonige Schluffe mit graubraunen und grüngrauen Farben handelt, z.T. waren bereits kleine Mergelsteingerölle eingelagert. Die Konsistenzen dieses Schichtgliedes lagen bei steif bis halbfest, die Mächtigkeit betrug 0,9-2,9 m.

Unter den Hanglehmen folgten verwitterte Schichten des Gipskeupers (Grabfeld-Formation) als **Verwitterungszone Gipskeuper**. Hierbei handelt es sich um Tone, Schluffe und stark verwitterte Tonsteine und Tonsteinbruchstücke, die z.T. unregelmäßig geschichtet oder noch verfrachtet sind. Die überwiegend noch bindigen Schichten wiesen meist halbfeste bis maximal mürbe-halbfeste Konsistenzen auf, die Färbung war bunt (grün, graugrün, rötlich). Die Unterkante dieser Schicht wurde in Tabelle 1 als UK Deckschichten angegeben.

Unter diesen Schichten folgten mehr oder weniger verwitterte Tonsteine und Schluffsteine des **Gipskeupers** mit schmutzig violettroten, ziegelroten und graugrünen Farben. Zum Teil waren feine Gips- und Calcitfasern vorhanden, vielfach auch Gipsauslaugungsschluffe (GAR). Die Gesteine wiesen meist feinlagige Schichtung mit welliger Lagerung auf, z.T. sonderten die Gesteine feinstückig ab. Die Härte war überwiegend als mürbe bis mürb-hart einzustufen. Die erschlossenen Schichten dürften dem Schichtabschnitt der Dunkelroten Mergel im Übergang zum Bochinger Horizont des Gipskeupers angehören.

Lösungshohlräume, Dolinen etc. wurden bei den Bohrarbeiten nirgends angetroffen. Alle Bohrungen wurden bis zur Endteufe rammend ohne Spülung niedergebracht.

6.3. Lagerungsdichte/Konsistenzen - Rammsondierungen

Ergänzend zu den Bohrungen wurden drei Rammsondierungen mit der Schweren Rammsonde (DPH 15) gemäß DIN EN 22476-2 durchgeführt. Durch diese Untersuchungen können aufgrund des Verlaufs der Schlagzahlen entlang der Eindringungen u.U. Schichtgrenzen lokalisiert werden, zusätzlich sind Angaben zur Lagerungsdichte bzw. den Konsistenzen möglich. Die Lage der Ansatzpunkte geht aus Anlage 2 hervor, die Protokolle der Sondierungen sind in Anlage 3 beigelegt. Die ermittelten Schlagzahlen sind gruppiert in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tab. 2: Ergebnisse der Rammsondierungen

Aufschluss	Ansatzhöhe [m ü.NN]	bis Tiefe [m]	Schlagzahl n ₁₀	mutmaßlich erfasste Schicht
RS 1	298,50	1,0	1-2	Ackerbearbeitungszone, Lösslehm
		3,0	2-3	Lösslehm
		5,2	4-6	Lösslehm/Hanglehm
		5,8	9-13	Hanglehm
		6,9	5-9	Hanglehm, Verwitterungszone
		8,2	13-40	verwitterter Gipskeuper
		8,5	> 50	Gipskeuper

... (Fortsetzung)

Tab. 2: Ergebnisse der Rammsondierungen (Fortsetzung)

Aufschluss	Ansatzhöhe [m ü.NN]	bis Tiefe [m]	Schlagzahl n ₁₀	mutmaßlich erfasste Schicht
RS 2	298,00	2,4	1-2	Ackerbearbeitungszone, Lösslehm
		3,4	3-5	Lösslehm
		3,6	190	Hanglehm
		5,0	5-7	Hanglehm
		6,0	8-10	Hanglehm
		6,7	11-20	Verwitterungszone Gipskeuper
		7,9	20-40	Gipskeuper
		8,5	> 50	Gipskeuper
RS 3	296,95	1,9	1-2	Ackerbearbeitungszone, Lösslehm
		4,0	3-4	Lösslehm
		5,2	4-5	Lösslehm
		6,9	6-8	Hanglehm
		7,5	10-15	Verwitterungszone Gipskeuper
		8,0	18-40	verwitterter Gipskeuper
		9,0	> 50	Gipskeuper

Die Zusammenstellung zeigt, dass in der Ackerbearbeitungszone und in den Lösslehmen meist nur geringe Schlagzahlen von 1-3 erreicht werden, etwas bessere offensichtlich im Osten des Geländes. Mit Erreichen der Hanglehme liegen etwas bessere Verhältnisse vor, aber erst mit den Gipskeuperschichten sind Schlagzahlen über 15-20 zu erreichen, wobei sich auch hier – je nach Verwitterungsgrad – Schwankungen ergeben.

Aus Erfahrungswerten, verschiedenen Regelwerken (DIN 1054, DIN 4094) und Literaturangaben (LAMBE & WHITMAN, PLACZEK, KIEKBUSCH) lassen sich aus den Schlagzahlen Konsistenzen/Lagerungsdichten ableiten, die in Tabelle 3 zusammengestellt sind.

Tab. 3: Eindringwiderstand DPH 15 und zugeordnete Konsistenzen/Lagerungsdichten

Schlagzahl n ₁₀	bindige Bodenschichten	Schlagzahl n ₁₀	nicht bindige Bodenschichten
0-2	breiig	< 2	sehr locker
2-5	weich	2-10	locker
5-9	steif	11-25	mitteldicht
9-17	halbfest	> 25	dicht
> 17	fest		

Hieraus leitet sich ab, dass in den Lösslehmen überwiegend weiche Bodenschichten vorliegen, bei den Hanglehmen eher steife, z.T. auch steif-halbfeste, in den verwitterten Gipskeuperschichten halbfeste bis feste und in den Gipskeuperschichten feste. Die Ergebnisse bestätigten damit die Vor-Ort-Einschätzung.

6.4. Grundwasser

Bei den Aufschlussarbeiten wurden teilweise Wasserzutritte festgestellt, die entsprechenden Daten sind in Tabelle 4 zusammengestellt.

Tab. 4: Wasserzutritte und Wasserstände in den Aufschlüssen

Aufschluss	Ansatz [m ü.NN]	Wasserzutritt		Wasserstand		nach Beobach- tungszeit [h]	Bemerkungen
		[m u.GOK]	[m ü.NN]	[m u.GOK]	[m ü.NN]		
KB 1	297,99	8,00	289,99	4,47	293,52	15,75	evtl. RWSP
RKS 1	299,18	n.b.	---	4,98	294,20	24,0	evtl. durch nach- brechende Schichten ver- fälscht
RKS 2	298,30	n.b.	---	5,88	292,42	24,0	
RKS 3	297,71	n.b.	---	4,75	292,96	0,5	
RKS 4	297,39	ca. 4,50	292,89	4,14	293,25	0,5	
RKS 5	297,41	4,70	292,71	4,05	293,36	0,5	evtl. durch nach- brechende Schichten ver- fälscht
RS 1	298,50	n.b.	---	3,82	294,68	0,5	evtl. durch nach- brechende Schichten ver- fälscht

n.b. = nicht bestimmt. --- = entfällt.

Die Zusammenstellung verdeutlicht, dass im Bereich der Lösslehme und Hanglehme immer wieder gering ergiebiges Sickerwasser zutreten kann, das vermutlich in unterschiedlichen Niveaus vorliegt und keinen zusammenhängenden Grundwasserleiter bildet.

Im Gipskeuper steht zusammenhängendes Grundwasser des 1. Grundwasserleiters an, das Wasser ist gespannt und steigt auf eine Höhe von rund 293,5 m ü.NN an.

Da langjährige Messreihen fehlen, schlagen wir als vorläufigen Bemessungswasserstand unter Addition eines zusätzlichen Meters eine Höhe von 294,5 m ü.NN vor. Bis zu dieser Höhe sollte das Gebäude auftriebssicher und wasserdicht ausgebildet werden.

6.5. Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Aus den Bohrungen wurden gestörte Bodenproben entnommen zur bodenmechanischen Bearbeitung. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in Tabelle 5 zusammengestellt (Laborprotokolle s. Anlage 4).

Tab. 5: Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

Entnahmestelle	Probe Nr.	Entnahmetiefe [m u.GOK]	natürl. Wassergehalt [%]	Konsistenzzahl I_c	Einstufung nach DIN 18196	TOC und Glühverlust [%]	Material
KB 1	B 19	0,1-0,2	---	---	---	TOC 1,3 GV 3,8	Ackerbearbeitungszone
	B 20	0,9-1,8	20,36	---	---	---	Lösslehm
	B 21	1,9-2,0	18,96	---	---	---	Lösslehm
	B 22	3,3-3,4	19,68	0,81	TL, steif	---	Lösslehm
	B 23	5,1-5,2	---	---	U	---	Lösslehm
	B 24	7,6-7,7	17,60	1,48	SU/ST, halbfest-fest	---	V-Zone Gipskeuper
	B 25	8,9-9,0	12,54	---	---	---	Gipskeuper
KB 2	B 26	0,2-0,3	---	---	---	TOC 1,0 GV 4,4	Ackerbearbeitungszone
	B 27	1,7-1,8	---	---	U	TOC < 0,1 GV 3,5	Lösslehm
	B 28	2,1-2,9	22,50	0,57	TL, weich	---	Lösslehm
	B 29	3,3-3m,4					Lösslehm
	B 30	5,4-5,5	22,51	---	---	---	Lösslehm
	B 31	6,2-6,3					Handlehm
	B 32	8,3-8,4	15,76	---	---	---	Gipskeuper

--- = nicht bestimmt.

... (Fortsetzung)

Tab. 5: Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen (Fortsetzung)

Entnahme- stelle	Probe Nr.	Entnahme- tiefe [m u.GOK]	natürl. Wasser- gehalt [%]	Konsis- tenzzahl I _c	Einstufung nach DIN 18196	TOC und Glühverlust [%]	Material
RKS 1	B 1	0,8-1,2	23,33	---	---	TOC 0,3 GV 4,5	Lösslehm
	B 2	2,7-3,0	20,96	0,66	TL/ST, weich	---	Lösslehm
	B 3	5,6-6,0	19,24	---	---	---	Hanglehm
	B 4	7,0-7,3	15,26	---	---	---	Gipskeuper
RKS 2	B 5	1,0-1,3					Lösslehm
	B 6	1,7-2,0	20,94	---	---	---	Lösslehm
	B 7	3,4-4,0					Lösslehm
	B 8	5,7-6,0	20,34	0,86	TM/TL, steif	---	Hanglehm
RKS 3	B 9	1,0-1,4	23,21	---	---	---	Lösslehm
	B 10	3,1-3,5	22,96	---	---	---	Lösslehm
	B 11	5,3-5,7					Hanglehm
RKS 4	B 12	1,7-2,0	21,42	---	---	---	Lösslehm
	B 13	3,5-3,9	23,09	0,51	TL, weich	---	Lösslehm
	B 14	5,6-5,9	21,57	---	---	---	Hanglehm
RKS 5	B 15	1,4-1,7					Lösslehm
	B 16	2,9-3,3	21,26	---	---	---	Lösslehm
	B 17	4,1-4,4					Hanglehm
	B 18	5,7-6,0	20,41	---	---	---	Hanglehm

--- = nicht bestimmt.

Die Auflistung verdeutlicht, dass die Lösslehme überwiegend als Schluffe und leichtplastische Tone (TL) oder als sandige Tone (ST) mit weicher und teilweise steifer Konsistenz vorliegen. Die natürlichen Wassergehalte liegen zwischen 19% und 23,3 %, im Mittel bei 21,6 %; dies dürfte etwa weicher Konsistenz entsprechen.

Die Hanglehme liegen als leichtplastische Tone (TL) oder mittelpastische Tone (TM) vor, auch andere Ausbildungen sind erfahrungsgemäß möglich. Die natürlichen Wassergehalte in den Proben schwanken zwischen 19,2 % und 21,5 % mit einem Mittel von 20,4 %, dies dürfte etwa steifer Konsistenz entsprechen.

In den verwitterten Schichten des Gipskeupers stehen sandige Schluffe (SU), sandige Tone (ST) oder auch andere Ausbildungen an, die natürlichen Wassergehalte liegen i.d.R. unter 20%, aber meist über 15%. In den Gipskeuperschichten liegen i.d.R. natürliche Wassergehalte zwischen 9 und 15 % vor, Wassergehalte über 15% zeigen ausgeprägtere Verwitterung an.

Die Kornverteilungsbestimmungen an den Proben B 23 und B 27 aus dem Bereich des Lösslehms lassen das feinkörnige Sediment mit Feinkornanteilen $< 0,063$ mm von 74-85 % erkennen. Mit den Kornverteilungskurven lassen sich nach USBR/BIALAS Größenordnungen für die Durchlässigkeit (k_f -Werte) abschätzen. Mit $k_f = 2,0 \times 10^{-8}$ m/s (B 27) bzw. $5,2 \times 10^{-9}$ m/s (B 23) liegen nach DIN 18130 sehr gering durchlässige Schichten vor, die sich für Versickerungsmaßnahmen nicht eignen. Nach dem Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 138 sind Versickerungsmaßnahmen nur bis zu k_f -Werten von $< 1 \times 10^{-6}$ m/s erfolgreich durchführbar.

Die durchgeführten Proctor.-Versuche an den Proben B 20 und B 28 (Lösslehm) zeigen die in Tabelle 6 aufgeführten Beziehungen.

Tab. 6: Ergebnisse der Proctor-Versuche

Probe Nr.	natürl. Wassergehalt [%]	opt. Wassergehalt für $D_{Pr} = 100$ % [%]	opt. Wassergehalt für $D_{Pr} = 97$ % [%]	opt. Wassergehalt für $D_{Pr} = 95$ % [%]
B 20	20,36	20,1	18,0 / 22,1	17,1 / 22,9
B 28	22,50	17,1	15,2 / 19,9	--- / 21,3

Die Zusammenstellung zeigt, dass die Bodenschichten für eine optimale Verdichtung mit $D_{Pr} = 100\%$ jeweils zu hohe natürliche Wassergehalte aufweisen. Im Fall von B 28 lässt sich mit dem vorhandenen Wassergehalt ohne Konditionierung nicht einmal ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 95\%$ erreichen. Damit ist davon auszugehen, dass die feinkörnigen Schichten für qualifizierten Wiedereinbau oder als qualifiziertes Erdplanum ohne Konditionierung nicht zu verwenden sind.

Generell weist die Ackerbearbeitungszone erhöhte Glühverluste und TOC-Werte $> 1,0$ % auf, in den darunterliegenden Lösslehmen sind TOC-Werte $< 1,0$ % zu erwarten (schwach organisch).

Die Schrumpff Gefahr der bindigen Bodenschichten wurde nach SCHEIDIG, das Quellvermögen hinsichtlich eingelagerter Tonminerale nach ALTMAYER, nach SNETHEN und nach HOLTZ abgeschätzt, die Ergebnisse sind in Tabelle 7 zusammengestellt.

Tab. 7: Schrumpfgefahr und Quellvermögen der Bodenschichten

Probe	Material	Einstufung gem. DIN 18196	Schrumpf- maß S [%]	Schrumpf- gefahr	Quellvermögen		
					nach ALT- MEYER	nach SNETHEN	nach HOLTZ
B 22	Lösslehm	TL	8,9	mittel	schwach	schwach	schwach-mittel
B 28	Lösslehm	TL	12,4	groß	schwach	schwach	schwach
B 2	Lösslehm	TL/ST	10,7	groß	schwach	schwach	schwach-mittel
B 13	Lösslehm	TL	14,0	groß-sehr groß	schwach	schwach	schwach-mittel
B 8	Hanglehm	TM/TL	12,4	groß	schwach	schwach	schwach-mittel
B 24	Verwitte- rungszone Gipskeuper	SU/ST	< 1	gering	schwach	schwach	schwach

Die Schrumpfgefahr in den Lösslehmen ist damit generell als groß einzuschätzen, das Quellvermögen hinsichtlich eingelagerter Tonminerale eher als schwach.

6.6. Chemische Untersuchungen

Auf dem Gelände wurden bei den Untersuchungen keine Auffüllungen angetroffen, auch sind keine Altablagerungen bekannt. Deshalb wurden chemische Untersuchungen nur stichprobenartig an einer Mischprobe aus den Proben B 12, B 21 und B 27 – alle aus dem Lösslehm – durchgeführt. Die Untersuchung im Parameterumfang der „Verordnung über Deponien und Langzeitlager“ (Deponieverordnung, DepV), Stand 27.9.2017 ergab 3,1 % Glühverlust und < 0,1 % TOC, keine nachweisbaren Gehalte an AKW, CKW, PAK, PCB, KW und extrahierbaren lipophilen Stoffen, keine Schwermetalle im Eluat, keinen nachweisbaren Phenolindex im Eluat, keine nachweisbaren Gehalte an Cyaniden, leicht freisetzbar und Chlorid. Der Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen lag bei 130 mg/l, die Sulfat-Konzentration im Eluat bei 6,67 mg/l. Die Probe war damit in DK 0 einzustufen.

Bei Verwertungsmaßnahmen dürfte hier eine Einstufung gemäß der „Verwaltungsvorschrift für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial“ (Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, 14.3.2007) in Z 0 erreichbar sein. In den stärker organischen Bodenschichten muss bei TOC-Werten > 1,0 % und bei Deponierungsmaßnahmen gemäß DepV mit Einstufungen in DK II gerechnet werden, weshalb wir hier Verwertungsmaßnahmen empfehlen. Die Analysenbefunde sind in Anlage 5 beigelegt.

7. Schlussfolgerungen aus den Untersuchungen

7.1. Geotechnische Einstufung der Bodenschichten

Anhand der Ansprache im Gelände, der durchgeführten Laborversuche sowie unserer Erfahrungen mit bodenmechanisch vergleichbaren Böden und Gesteinsschichten können die angetroffenen Bodenschichten wie in Tabelle 8 aufgeführt eingestuft werden.

Obwohl nach DIN 18300:2012-09 keine Bodenklassen mehr aufgeführt sind, sondern das Homogenbereichskonzept Anwendung findet (s.u.), wurde in der vorliegenden Ausarbeitung zur besseren Übersichtlichkeit und einer besseren Vergleichbarkeit diese Einteilung beibehalten.

Tab. 8: Geotechnische Einstufung der Bodenschichten

Schicht	Bodengruppe gemäß DIN 18196	Bodenklasse gemäß DIN 18300:2012-09	Frostempfindlichkeitsklasse gemäß ZTVE-StB 17	Schrumpfanfälligkeit nach SCHEIDIG
Ackerbearbeitungszone	TL, TM, ST, SU, OU, OT	1, 3, 4	F 2, F 3	groß-sehr groß
Lösslehm	TL, ST, TM, UL, UM	3, 4	F 3	groß-sehr groß
Hanglehm	TL, TM	4	F 3	mittel bis groß
Verwitterungszone Gipskeuper	SU, ST, TM, TL	3, 4	F 2, F 3	gering
Gipskeuper	Tst, Mst., Dolst	4, 6	---	---

F 1 = gering frostempfindlich, F 2 = mittel frostempfindlich, F 3 = sehr frostempfindlich.
Tst. = Tonstein, Mst. = Mergelstein, Dolst. = Dolomitstein.

Nach der RStO-12 liegt das Untersuchungsgelände in der Frosteinwirkungszone I.

7.2. Erdstatische Kennwerte

Auf der Grundlage der Geländebefunde, der Feld- und Laborversuche, von Literaturangaben sowie unserer Erfahrungen mit bodenmechanisch vergleichbaren Böden können für die vorliegenden Bodenschichten die in Tabelle 9 zusammengestellten Kennwerte für erdstatische Berechnungen angegeben werden.

Bei den Rechenwerten handelt es sich um charakteristische Werte, die für den Nachweis globaler Standsicherheiten gelten. Berechnungen nach diesem Sicherheitskonzept erfolgen mit den in den entsprechenden Normen angegebenen Teilsicherheitsbeiwerten.

Tab. 9: Kennwerte der einzelnen Bodenschichten für erdstatische Berechnungen

Schicht	Wichte über Wasser γ [kN/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ' [kN/m ³]	Reibungs- winkel φ [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Steifemodul E_s [MN/m ²]
Lösslehm	19 (18,5-20)	9 (8,5-10)	22,5	2 (0*-4)	5 (4-7)
Hanglehm	20 (19-21)	10 (9-11)	25	5 (3-7)	7 (5-9)
Verwitterungszone Gipskeuper	20 (19-21)	10 (9-11)	25	8 (5-10)	15 (12-18)
Gipskeuper-Tonsteine	21 (20-22)	11 (10-12)	27,5	15	20 (20-40)

() = Werte in Klammern stellen Schwankungsbreite der Bodenkenngrößen dar (z.B. für Grenzwertbetrachtungen).

* für weiche Schichten.

Nach der Erdbebenkarte von Baden-Württemberg liegt das Baugrundstück in der Erdbebenzone 0 (DIN 4149: 2005-04).

7.3. Vorschlag für Homogenbereiche

Nach Einstufung der DIN 18300:2012-09 sind zukünftig statt Bodenklassen für die einzelnen Schichten Homogenbereiche zu bilden. In ATV 18304 (2012) wird ein Homogenbereich wie folgt definiert:

„Ein Homogenbereich ist ein räumlich begrenzter Bereich aus einer oder mehreren Boden- und Felsschichten nach DIN 4020 und DIN EN 1997-2, dessen bautechnische Eigenschaften eine definierte Streuung aufweisen und der sich von den Eigenschaften der angrenzten Bereiche abhebt.“

Homogenbereiche werden durch bodenmechanische Eigenschaften und Kennwerte beschrieben, die nicht den charakteristischen Bodenkennwerten für erdstatische Berechnungen gleichzusetzen sind. Die für die Homogenbereiche ausgewiesenen Kennwerte sind nicht für erdbautechnische Berechnungen (insbesondere Standsicherheitsnachweise) heranzuziehen.

Da die Homogenbereiche jeweils für bestimmte Bauverfahren gebildet werden und sich somit u.U. je nach Bauverfahren unterschiedlich gruppieren, ist eine abschließende Festlegung der Homogenbereiche durch uns zum gegenwärtigen Planungsstand nicht möglich. In Tabelle 10 werden deshalb die vorhandenen Schichten in Homogenbereiche eingestuft, die je nach angewandtem Bauverfahren gruppiert und zusammengefasst werden können.

Tab. 10: Eigenschaften der Bodenschichten

Parameter	Einheit	Ackerbearbeitungszone	Lösslehm	Hanglehm	Verwitterungszone Gipskeuper	Gipskeuper-Tonsteine
Bodengruppen nach DIN 18196	---	TL, TM, ST, SU, OU, OT	TL, ST, TM, UL, UM	TL, TM	SU, ST, TM, TL	Tst., Mst., Dolst.
Stein- und Blockanteil	---	gering	gering	gering	gering	k.A.
natürlicher Wassergehalt w_n	%	18-28	18-25	18-24	15-22	8-15
Konsistenzgrenze w_p	%	15-25	15-20	15-20	15-20	k.A.
Fließgrenze w_L	%	20-40	22-30	22-30	22-30	k.A.
Wichte feucht	kN/m ³	17,5-20	18,5-20	19-21	19-21	20-22
undrainierte Scherfestigkeit c_u	kN/m ²	10-70	10-70	25-100	50->100	k.A.
Glühverlust	%	3-8	2-7	2-7	2-5	1-4
Petrografie nach DIN 21920		k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	Tonstein, Mergelstein, Dolomistein, jeweils schluffig
Druckfestigkeiten	kN/m ²	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	0,5-5
Trennflächengefüge	---	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	außerordentlich engstündig bis mittelstündig
Verwitterungsgrad	---	k.A.	k.A.	k.A.	3-5	2-3
Schicht Nr.	---	1	2	3	4	5

k.A. = keine Angabe. --- = entfällt.

Als Homogenbereiche für Erdarbeiten (ATV DIN 18300) können damit vorgeschlagen werden:

- ▷ Homogenbereich O 1: Schicht 1;
- ▷ Homogenbereich B 1: Schichten 2, 3 und 4;
- ▷ Homogenbereich B 2: Schicht 5.

8. Folgerungen für die geplante Baumaßnahme

8.1. Beschreibung der relevanten Bauwerksdaten

Eine Planung für das vorgesehene Gebäude liegt bislang nicht vor. Bislang existiert nur eine Projektskizze zur Gebäudeverortung, die ein etwa 29,5 x 28 m großes Gebäude zeigt, das im Ostteil des Baufeldes liegt. Vermutlich wird es sich um ein unterkellertes und mehrgeschossiges Gebäude handeln. Ausbildung, Lasten, EFH etc. sind derzeit nicht bekannt.

Insofern kann es sich bei den folgenden Aussagen nur um vorläufige Angaben handeln, die nach Vorliegen einer konkreten Planung zu überprüfen und ggf. anzupassen sind.

8.2. Gründung des Gebäudes

Unter Annahme eines eingeschossig unterkellerten Gebäudes, dessen EFH etwa die Höhe der Kienbachstraße aufnimmt (ca. 298 m ü.NN), werden Gründungskörper überwiegend in den Schichten des Lösslehms, örtlich möglicherweise auch in diejenigen des Hanglehms einbinden. Diese Schichten weisen überwiegend weiche bis steife Konsistenz auf, sind verformungswillig und verformungsempfindlich und maximal für die Aufnahme geringer Lasten geeignet. Um die exemplarische Größenordnung der zu erwartenden Setzungen zu verdeutlichen, haben wir für ein Einzelfundament eine Setzungsabschätzung durchgeführt, die bei einer Fundamentbelastung mit etwa 1.000 kN eine Setzung von > 5,5 cm ergab. Die entsprechende Ausarbeitung liegt in Anlage 6 bei. Eine Gründung mittels flachgegründeter Einzel- und Streifenfundamente halten wir damit hier nicht für durchführbar.

Empfohlen wird daher eine Baugrundverbesserung etwa mittels Rüttelstopfsäulen oder pfahlartiger Bodenverbesserungsmaßnahmen oder Tiefgründungsmaßnahmen mit Ableitung der Lasten in die Gipskeuperschichten.

Für die Tiefgründung stehen verschiedene Verfahren auf dem Markt zur Auswahl, von denen im folgenden einige Verfahren, die hier Anwendung finden könnten, dargestellt werden. Die Darstellung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Verfahren, die zwar geeignet, aber aufgrund hoher aufnehmbarer Lasten im vorliegenden Fall überdimensioniert und damit unwirtschaftlich sein dürften (wie etwa Bohrpfähle gemäß DIN 4014/EN 1536), sind nicht aufgeführt.

Bodenverbesserung mittels (vermörtelter) Schotterstopfsäulen oder pfahlartigen Bodenverbesserungskörpern

Vorteilhaft bei diesen Verfahren ist, dass sie mit Rammkriterien arbeiten und so praktisch den Baugrund „abtasten“. Es ergibt sich hieraus eine homogene Gründungsebene mit annähernd gleicher Tragfähigkeit. Die zulässigen Bodenpressungen auf der OK der Bodenverbesserung liegen bei diesen Systemen erfahrungsgemäß bei ca. 250-350 kN/m². Bei diesem Verfahren treten je nach Variante Erschütterungen und Bodenverdrängungen auf, die beachtet werden müssen (Umgebungsbebauung, Entsorgung von Erdmaterial etc.).

Auch im Fall von Bodenverbesserungsmaßnahmen durch (vermörtelte) Schotterstopfsäulen oder CMC-Säulen ergeben sich Setzungen, die erfahrungsgemäß in der Größenordnung von 1-2 cm liegen.

Schraubpfähle (nach DIN EN 12699)

Hierbei handelt es sich um ein Vollverdrängerverfahren, bei dem ein Stahlrohr mit einem Schneidkopf in den Boden eingedreht wird. Die Solltiefe ergibt sich anhand eines Grenzwertes für den Antriebsdruck, der auf der Grundlage von Probelastungen und den Erkundungsergebnissen festgelegt wurde. Nach Erreichen der Solltiefe wird in das Stahlrohr ein Bewehrungskorb eingesetzt und anschließend wird das Bohrloch mit Beton verfüllt, während gleichzeitig Rohr und Schneidkopf rückwärts wieder herausgedreht werden.

Das Verfahren arbeitet erschütterungsfrei, in sehr dichten Bodenschichten oder bei größeren eingelagerten Bauwerksresten ist das Verfahren limitiert.

Auf der Grundlage von Erfahrungswerten kann zur Vordimensionierung für Pfähle mit etwa 50-60 cm Durchmesser von einer Belastung von etwa 1.000-1.800 kN ausgegangen werden.

Für diese Pfähle empfehlen wir zum Nachweis der Tragfähigkeit die Durchführung von Probelastungen, ersatzweise die Vorlage von bereits durchgeführten Probelastungen unter vergleichbaren bodenmechanischen Verhältnissen.

Duktile Gusspfähle

Bei diesem Pfahlsystem werden mittels Hydraulikbagger duktile Gusspfähle in den Boden eingerammt, die Durchmesser dieser Pfähle liegen zwischen 118 mm und 250 mm. Verlängerungen sind über Muffen problemlos möglich, so dass das System sehr flexibel ist. Die Endtiefe wird aufgrund von Energiemessungen für das Eindringen festgestellt.

Die maximal zulässige Belastung dieser Pfähle liegt je nach Ausbildung des Gussrohres und einer Mantelverpressung bei 500 bis 1.100 kN, erfahrungsgemäß sind im Gipskeuper maximal 900 kN Traglast (mantelverpresste Pfähle) möglich, die Einbindung liegt hierbei zwischen 4 und 6 m. Auch bei diesem System handelt es sich um ein Vollverdrängersystem. Vorteilhaft ist die Herstellung mittels Bagger, der i.d.R. kein sehr aufwändiges Arbeitsplanum benötigt. Die Erschütterungen sind bei diesem System gering. Auch für die Pfähle empfehlen wir zum Nachweis der Tragfähigkeit die Durchführung von Probelastungen, ersatzweise die Vorlage bereits erfolgter Versuche unter vergleichbaren Bedingungen.

Unvermörtelte Schotterstopfsäulen gelten als Baugrundverbesserung und können i.d.R. mit etwa 250 kN/m² belastet werden, der Abstand zwischen den Säulen liegt erfahrungsgemäß bei 1,5-2,5 m. Durch lokale Bodenanhebungen im Nahbereich der Pfähle wird ein Anteil Bodenabtrag erforderlich, obwohl es sich sonst auch bei diesem Verfahren um ein Verdrängungssystem handelt.

Grundsätzlich könnten je nach auftretenden Lasten alle hier genannten Verfahren eingesetzt werden. Wir empfehlen nach Ermittlung der auftretenden Lasten gemeinsam mit dem Tragwerksplaner eine Überprüfung des einzusetzenden Verfahrens.

Für die Herstellung von Tiefgründungskörpern wird ein vergleichsweise schweres Gerät eingesetzt, das ein ausreichend dimensioniertes Bohrplanum erfordert.

Generell müssen alle Bauteile frostfrei gegründet werden, d.h. mindestens 1 m u.GOK. Dies gilt für flach gegründete Bauteile, auch für elastisch gebettete Bodenplatten. Unter Bodenplatten angeordnete Tragschichten o.ä. müssen durch entsprechend tief eingreifende, umlaufende Fundamentriegel o.ä. geschützt werden. Auf die Frostsicherheit ist auch im Bauzustand zu achten.

Für Tiefgründungsmaßnahmen sollte vorsorglich ein wasserrechtliches Antragsverfahren bei der Unteren Wasserbehörde gestellt werden.

8.3. Auflagerung der Bodenplatte

Aufgrund der stark setzungsempfindlichen Bodenschichten, die zudem schrumpfanfällig sind, empfehlen wir eine Ausbildung der Bodenplatte als freitragende Decke mit Auflagerung auf die Gründungskörper.

8.4. Bauwerk und Wasser

Zusammenhängende Grundwasservorkommen sind erst in den Schichten des Gipskeupers zu erwarten. Bereits deutlich höher im Bodenprofil treten aber immer wieder Vernässungen oder Sickerwasserzutritte auf, die berücksichtigt werden müssen. Das Grundwasser in den Gipskeuper-Schichten ist gespannt mit Ruhewasserständen, die durchaus im UG-Bereich des Gebäudes liegen könnten. Als Bemessungswasserstand wurde deshalb eine Höhe von 294,5 m ü.NN vorgeschlagen. Bis zu dieser Höhe empfehlen wir damit eine wasserdichte und auftriebssichere Ausbildung des Gebäudes.

An der OK des Bemessungswasserstandes sollte eine Sicherheitsdrainage gemäß DIN 4095 vorgesehen werden mit Anschluss an eine ständig nutzbare, rückstausichere und drucklos ableitende Vorflut. Oberhalb der Sicherheitsdrainage kann dann eine Abdichtung gemäß DIN 18533 für Wassereinwirkungsklasse W 1.2 E vorgesehen werden.

Im Niveau des Bemessungswasserstandes sollte eine mindestens 0,3 m starke Grundwasser-Ausgleichsschicht vorgesehen werden aus Material 2/32 mm. Unterlagernd sollte hier ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 3 vorgesehen werden, überlagernd eine überlappend verlegte Folie zum Schutz gegen Zementeinschlammung.

Durchlaufende Fundamentriegel sollten so mit Durchlässen im Niveau der Umläufigkeitsschicht versehen werden, dass kein abgeschlossenes Feld entstehen kann. Die Grundwasserumläufigkeitsschicht muss zur GOK hin abgedichtet werden.

Alternativ kann eine WU-Ausbildung auch des gesamten UG vorgenommen werden, hierdurch können u.U. die Sicherheitsdrainage und Beschichtungen der UG-Außenwände entfallen (je nach Anforderungen an die Trockenheit des UG, sollte vom Bauphysiker überprüft werden). Unter die Bodenplatte hinabreichende Bauteile sollten in jedem Fall in wasserdichter Bauweise (als WU-Bauteile) hergestellt werden.

8.5. Baugrube

Für die Herstellung des Gebäudes wird voraussichtlich eine etwa 3,5-4 m tiefe Baugrube erforderlich. Nach der bisherigen Projektskizze könnte allseits um das Gebäude ausreichend Platz für die Anlage freier Böschungen vorhanden sein, was aber nach Vorlage einer aktuellen Planung geprüft werden muss.

Grundsätzlich gelten für die Herstellung und Ausbildung von Baugrubenböschungen die Vorschriften der DIN 4124. Die DIN sieht vor, dass Böschungen ohne speziellen rechnerischen Stand sicherheitsnachweis bis 5 m Höhe ausgeführt werden können, wenn folgende Bedingungen eingehalten werden:

- ▷ nicht bindige oder weiche Böden: Böschungsneigung $\leq 45^\circ$;
- ▷ steife bis halbfeste, bindige Böden: Böschungsneigung $\leq 60^\circ$.

Im vorliegenden Fall mit Vorliegen eher weicher Böden bis 5 m Tiefe dürfte damit max. 45° als freie Böschungsneigung möglich sein. Bei Vorliegen weniger standfester Schichten oder bei ausgeprägteren Sickerwasserzutritten müssen die Böschungen u.U. weiter verflacht werden.

In jedem Fall ist ein lastfreier Streifen von mindestens 2 m Breite an der Böschungskrone einzuhalten, die Böschungen müssen zum Schutz vor Wasserzutritten und Austrocknung mittels Folie abgehängt werden.

Mit Aushub bis 294,0 m ü.NN werden grundwasserführende Schichten nicht angetroffen, so dass bauzeitliche Wasserhaltungsmaßnahmen nicht erforderlich werden. Witterungsabhängig eventuell zeitweise anfallendes Sickerwasser kann über eine Tagwasserhaltung mittels Pumpensämpfen und/oder Drainagegräben und „fliegenden“ Leitungen abgeführt werden.

Die Verfüllung von Arbeitsräumen sollte mit gut verdichtbarem und gut gestuftem Material mit lagenweiser Verdichtung erfolgen. Bei Einsatz von körnigem, gut verdichtbarem Material sollte ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100\%$ erreicht werden. Die Vorgaben zum Einbau und zur Verdichtung sind den ZTVE-StB 17, ZTVT-StB 95 und ZTVSoB-StB 04 zu entnehmen.

Als Erddruckbelastung ist mit dem Erddruck des geschütteten und verdichteten Verfüllmaterials zu rechnen.

Für die Verfüllmaterialien können für Erddruckberechnungen folgende Ansätze vorgeschlagen werden:

- ▷ Schottergemische: $\varphi = 35^\circ$, $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$;
- ▷ Kiesgemische (auch Siebschutt): $\varphi = 32,5^\circ$, $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$;
- ▷ bindige Böden: $\varphi = 25^\circ$, $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$.

Bei größeren Arbeitsräumen oder geböschter Baugrube ist mit dem Erddruck des geschütteten Verfüllmaterials zu rechnen. Hier ist der Erdruchedruck maßgebend. Ein Verdichtungserddruck ist als Mindesterdruk anzusehen.

Der Einsatz von Recyclingmaterial zur Arbeitsraumverfüllung sollte mit dem Umweltamt im Landratsamt Rems-Murr-Kreis frühzeitig abgestimmt werden.

Durchlässige Schichten im Arbeitsraum müssen zur Verhinderung eines hydraulischen Kurzschlusses zur Oberfläche hin abgedichtet werden entweder mittels bindiger, gering durchlässiger Bodenschichten (sog. „Lehmschlag“; nur im Bereich von Grünflächen, da verformungswillig) oder durch dichte Oberflächenbeläge.

8.6. Bautechnische Hinweise

Die im Baugelände vorliegenden, bindigen quartären Schichten sind generell frost- und nässeempfindlich und neigen bei Austrocknen zum Schrumpfen. Außerdem sind sie sehr empfindlich gegenüber mechanischer Beanspruchung, also etwa durch Befahren des Planums, entsprechende Maßnahmen sind hier vorzusehen.

Die quartären Schichten sind i.d.R. gering durchlässig und entwässern schlecht. Im Fall einer hohen Wassersättigung und schlechten Entwässerung kann im Fall von breiigen oder auch bereits bei weich-breiigen Schichten Bodenklasse 2 auftreten. Hier können u.U. Konditionierungsmaßnahmen auch nur für die Lagerung oder die Entsorgung notwendig werden. Die Aushubmassen v.a. in den quartären Schichten eignen sich nur sehr eingeschränkt für einen qualifizierten Wiedereinbau. Besonders in den bindigen Materialien sind die Wassergehalte für optimale Verdichtung z.T. zu hoch. Zur Anlage von Wegen, Verkehrsflächen und anderen setzungsempfindlichen Oberflächen empfehlen wir eine Verfüllung der Arbeitsräume und Hohlformen mit körnigem, gut verdichtbarem Material mit optimaler Verdichtung $D_{Pr} > 100 \%$.

Unkonditioniertes, bindiges Aushubmaterial kann höchstens zu landschaftsgärtnerischen Geländemodellierungen ohne Ansprüche hinsichtlich Setzungen/Sackungen und Stabilität verwendet werden.

Gründungen müssen generell frostfrei erfolgen, d.h. mindestens 1 m u.GOK. Unterfrierungen sollten auch für Bodenplatten etc. mittels Frostschrützen o.ä. vermieden werden. Die Frostsicherheit ist auch im Bauzustand zu gewährleisten.

Aufgrund der Gefahr von Austrocknung bindiger Schichten - insbesondere in der Nähe größerer Bäume - empfehlen wir eine Gründungstiefe von mindestens 1,5 m u.GOK.

Die Gründungsarbeiten sollten gutachterlich begleitet werden, Gründungsabnahmen sind erforderlich.

Knapp nördlich des untersuchten Bereichs liegt ein als bombardierter Bereich eingestuftes Geländeteil. Dies bedeutet, dass hier alle Eingriffe in den Untergrund durch eine entsprechend qualifizierte Firma vorbereitet (sondiert) oder begleitet werden müssen. Dies gilt auch für Verbau- und Ankerarbeiten.

Hinweise auf ausgeprägte Subrosionserscheinungen liegen im Baufeld nicht vor. Die Gefahr von Erdfällen wird für das Baufeld daher momentan als eher gering eingestuft, allerdings können Hohlräume im Untergrund nicht ausgeschlossen werden. Dies kann bei Trägerbohrungen etc. im Einzelfall zu Mehrtiefen oder Mehrverbrauch etc. führen. Eine spezielle Untersuchung des Themenbereichs Erdfallgefahr wurde bei der vorliegenden Begutachtung nicht vorgenommen und bedarf einer gesonderten Beauftragung.

Ein detailliertes Gründungskonzept sollte nach Vorlage genauer Lasten in Zusammenarbeit mit Statiker, Architekt und Geologen erstellt werden.

9. Schlussbemerkung

Das geologische Modell des Baugrundes resultiert aus punktuellen Aufschlüssen und ist Grundlage der bautechnischen Empfehlungen. Abweichungen zwischen den Aufschlüssen können nicht ausgeschlossen werden. Eine Baugrundüberprüfung während der Erdarbeiten ist daher erforderlich. Wir empfehlen, uns bei Abweichungen vom beschriebenen Untergrundaufbau unmittelbar hinzuzuziehen.

Die Angaben der zu erwartenden Bodenklassen können nicht für eine verbindliche Massenermittlung dienen oder ein Aufmaß bei der Bauausführung ersetzen.

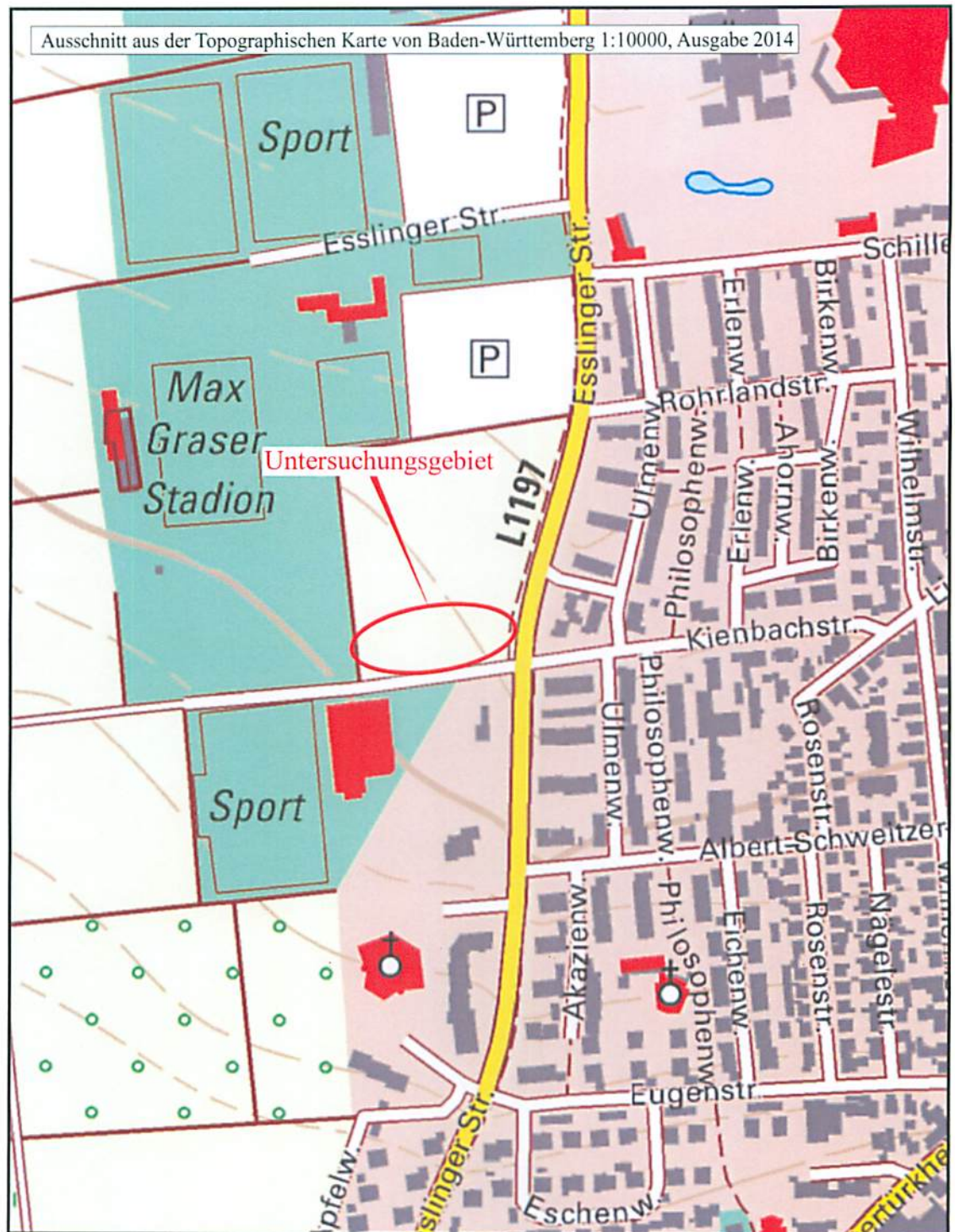
Das vorliegende Gutachten ist ausschließlich zur Verwendung durch den Auftraggeber und dessen Bevollmächtigte bestimmt. Eine Weitergabe an Dritte darf nur mit schriftlicher Genehmigung des Verfassers erfolgen. Für Fragen zu unseren Ausführungen stehen wir gerne zur Verfügung.

Kernen, den 21.3.2019


WEHRSTEIN GEOTECHNIK
A. Wehrstein, Dipl.-Ing. (Geotechnik)
Waiblinger Str. 5 · 71394 Kernen · Tel. 07143 99-510 0 · Fax 07143 99-510 31

Verteiler: Stadt Fellbach, 2-fach und digital

Anlagen

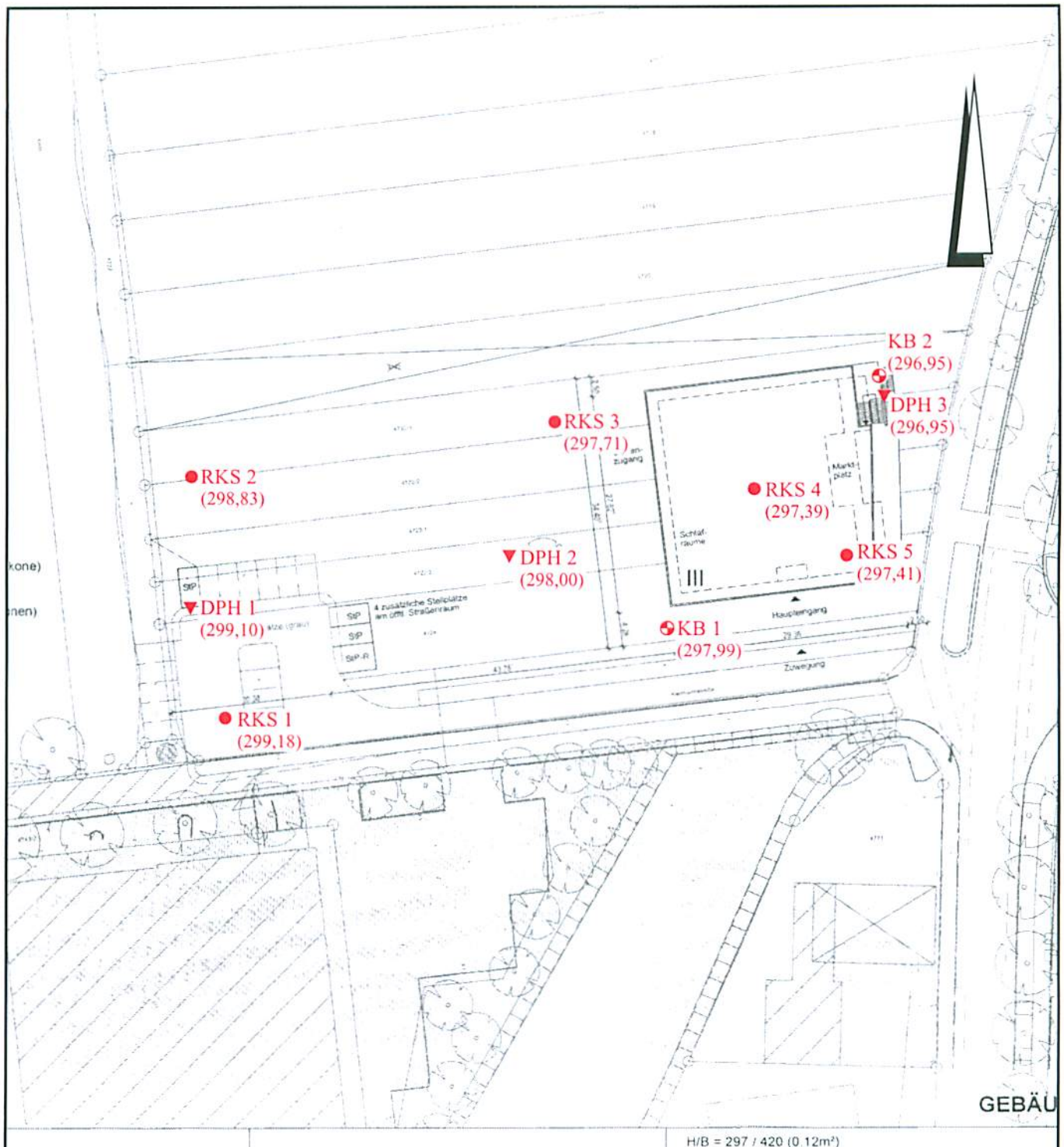


WEHRSTEIN GEOTECHNIK

Altlasten · Hydrogeologie · Baugrund

Waiblinger Str. 5 · 71394 Kernen · Tel. 07151/94910-0 · Fax 07151/94910-30

Projekt Projektnr.	Bebauungsplan "Mittlerer Weg", Fellbach 1183083		
Auftraggeber	Stadt Fellbach, Stadtplanungsamt Marktplatz 1 70734 Fellbach		
Darstellung	Übersichtslageplan		
Maßstab ca. 1:4.000	Bearbeiter AH	Datum 21.03.2019	Anlage 1



Legende

- ⊕ **KB 1** Kernbohrung (D = 178 mm)
(297,99) mit Ansatzhöhe [m ü. NN]
- **RKS 1** Kleinbohrung (D bis 50 mm)
(299,18) mit Ansatzhöhe [m ü. NN]
- ▼ **DPH 1** Rammsondierung mit der
(299,10) schweren Rammsonde
 mit Ansatzhöhe [m ü. NN]

WEHRSTEIN GEOTECHNIK

Altlasten · Hydrogeologie · Baugrund

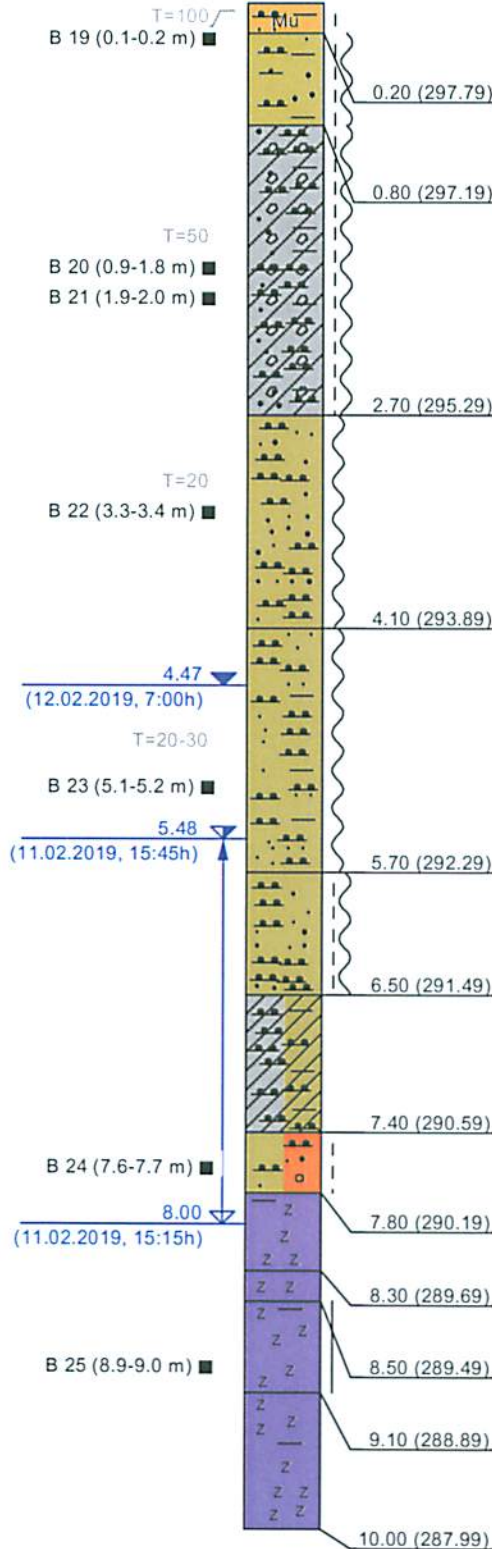
Waiblinger Str. 5 · 71394 Kernen · Tel. 07151/94910-0 · Fax 07151/94910-30

Projekt Projektnr.	Bebauungsplan "Mittlerer Weg", Fellbach 1183083		
Auftraggeber	Stadt Fellbach, Stadtplanungsamt Marktplatz 1 70734 Fellbach		
Darstellung	Lageplan des Untersuchungsgeländes mit Verzeichnung der Aufschlüsse (Plangrundlage: ALHO, 18.9.2018)		
Maßstab 1:750	Bearbeiter IW/CL	Datum 20.03.2019	Anlage 2

KB 1

Höhe ü NN [m]

297.99 m



Legende

halbfest		Schluff		Lößlehm
steif		Sand		Tonstein
weich - steif		Mutterboden		
weich		Hanglehm		

WEHRSTEIN GEOTECHNIK

Altlasten Hydrologie Baugrund

Waiblinger Str. 5 71394 Kernen Tel. 07151/94910-0 Fax 07151/94910-30

Projekt	Bebauungsplan "Mittlerer Weg", Fellbach		
Projektnr.	1183083		
Auftraggeber	Stadt Fellbach, Stadtplanungsamt Marktplatz 1 70734 Fellbach		
Darstellung	Schichtaufnahmen der Kernbohrung KB 1		
Maßstab	Bearbeiter	Datum	Anlage
1:50	CL	18.03.2019	3/1



WEHRSTEIN GEOTECHNIK

Altlasten · Hydrogeologie · Baugrund

Waiblinger Str. 5 · 71394 Kernen · Tel. 07151/94910-0 · Fax 07151/94910-30

Projekt Projektnr.	"Mittlerer Weg", 70734 Fellbach 1183083		
Auftraggeber	Stadt Fellbach, Stadtplanungsamt Marktplatz 1 70734 Fellbach		
Darstellung	Lichtbilder der Kernbohrung KB 1		
Maßstab ---	Bearbeiter IW	Datum 21.3.2019	Anlage 3/1a

KB 2



296.95 m

B 26 (0.2-0.3 m) ■

Mu

Mutterboden, Schluff, tonig, schwach feinsandig, Pflanzenreste, organisch, dunkelbraun, weich

0.40 (296.55)

T=70-100

Quartär, Schluff, tonig, sehr schwach feinsandig, organisch, Ackerbearbeitungszone, dunkelbraun, schwarze Schmitze, weich - steif

0.70 (296.25)

Quartär, Schluff, tonig, feinsandig, sehr schwach kiesig, Lößkindel, graubraun, steif

1.50 (295.45)

B 27 (1.7-1.8 m) ■

T=20-50

Quartär, Schluff, sandig, schwach tonig, braun, schwärzliche Zonen, weich

B 28 (2.1-2.9 m) ■

B 29 (3.3-3.4 m) ■

3.50 (293.45)

T=10-40

Quartär, Schluff, feinsandig, tonig, stark vereinzelt Lößkindel, Schneckenschalenreste, braun, weich

4.60 (292.35)

T=10-60

Quartär, Löß, Schluff, tonig, braun, schwärzliche Schlieren, weich, nach unten hin weich-steif

5.40 (291.55)

B 30 (5.4-5.5 m) ■

T=60

Quartär, Löß, Schluff, tonig, braun, schwarze Schlieren, steif

6.00 (290.95)

B 31 (6.2-6.3 m) ■

T=150

Quartär, Hanglehm, Schluff, tonig, einzelne Mergelgerölle, braungrau, schwärzliche Schlieren, steif - halbfest

6.60 (290.35)

Quartär, Hanglehm, Schluff, sandig, Tonsteingerölle, graugrün, halbfest

6.80 (290.15)

Quartär, Hanglehm, Schluff, Mergelgerölle, braungrau

7.10 (289.85)

Tonstein, Verwitterungszone, stark verwittert, unregelmäßig geschichtet, graugrün, mürbe, halbfest

7.50 (289.45)

B 32 (8.3-8.4 m) ■

Mittlerer Keuper, Tonstein, feingeschichtet, Gipsauslaugungsreste, graugrün, mürbe

7.90 (289.05)

Mittlerer Keuper, Tonstein, feingeschichtet, kleinstückig absondernd, violettrot - weinrot, mürbe

9.90 (287.05)

Mittlerer Keuper, Tonstein, wellige Lagerung, feine Gipsfasern, feingeschichtet, dunkelgrau, mürbe

10.00 (286.95)

Legende

halbfest		Schluff		Tonstein
steif - halbfest		Mutterboden		
steif		Hanglehm		
weich - steif		Löß		
weich				

WEHRSTEIN GEOTECHNIK

Altlasten Hydrologie Baugrund

Wablinger Str. 5 71394 Kernen Tel. 07151/94910-0 Fax 07151/94910-30

Projekt	Bebauungsplan "Mittlerer Weg", Fellbach		
Projektnr.	1183083		
Auftraggeber	Stadt Fellbach, Stadtplanungsamt Marktplatz 1 70734 Fellbach		
Darstellung	Schichtaufnahmen der Kernbohrung KB 2		
Maßstab	Bearbeiter	Datum	Anlage
1:50	CL	18.03.2019	3/2



WEHRSTEIN GEOTECHNIK

Altlasten · Hydrogeologie · Baugrund

Waiblinger Str. 5 · 71394 Kernen · Tel. 07151/94910-0 · Fax 07151/94910-30

Projekt Projektnr.	"Mittlerer Weg", 70734 Fellbach 1183083		
Auftraggeber	Stadt Fellbach, Stadtplanungsamt Marktplatz 1 70734 Fellbach		
Darstellung	Lichtbilder der Kernbohrung KB 2		
Maßstab ---	Bearbeiter IW	Datum 21.3.2019	Anlage 3/2a

RKS 1

299.18 m

Höhe ü NN [m]



B 1 (0.8-1.2 m)

B 2 (2.7-3.0 m)

B 3 (5.6-6.0 m)

B 4 (7.0-7.3 m)

0.50 (298.68)

1.30 (297.88)

3.10 (296.08)

4.98

7.00 (292.18)

7.30 (291.88)

Mutterboden, Schluff, tonig, schwach sandig, humos, dunkelbraun

Quartär, Schluff, schwach sandig, sehr schwach kiesig, tonig, dunkelbraun, steif

Quartär, Schluff, sehr schwach tonig, schwach sandig, vereinzelt Kalkschalerreste, braun, leicht gelblich, weich

Quartär, Schluff, sehr schwach tonig, schwach sandig, sehr schwach kiesig, nach unten hin sandiger werdend, ab 6.0m Kiese größer werdend, braun, bunte Sande, schwarze Konkretionen, weich-steif, steif

Quartär, Hanglehm, Ton, schluffig, sandig, schwer rammbar, kein Sondierfortschritt, schmutziges violettrotbraun, halbfest

Legende

halbfest	Ton
steif	Schluff
weich - steif	Mutterboden
weich	Hanglehm

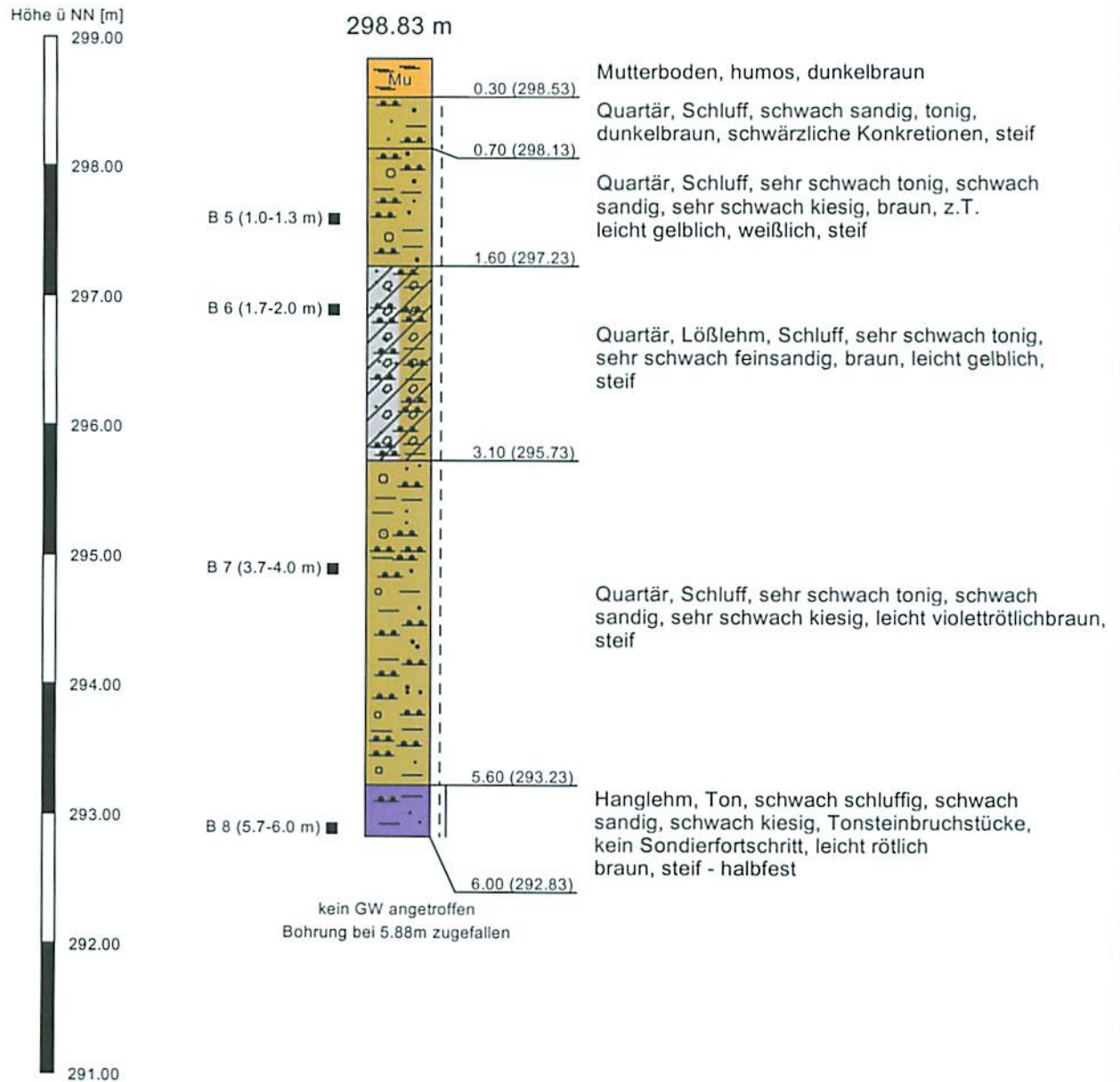
WEHRSTEIN GEOTECHNIK

Altlasten Hydrologie Baugrund

Waiblinger Str. 5 71394 Kernen Tel. 07151/94910-0 Fax 07151/94910-30

Projekt	Bebauungsplan "Mittlerer Weg", Fellbach		
Projektnr.	1183083		
Auftraggeber	Stadt Fellbach, Stadtplanungsamt Marktplatz 1 70734 Fellbach		
Darstellung	Schichtaufnahmen der Kleinbohrung RKS 1		
Maßstab	Bearbeiter	Datum	Anlage
1:50	CL	19.03.2019	3/3

RKS 2



Legende

steif - halbfest	Ton
steif	Schluff
	Mu Mutterboden
	Lößlehm

WEHRSTEIN GEOTECHNIK

Altlasten Hydrologie Baugrund

Waiblinger Str. 5 71394 Kernen Tel. 07151/94910-0 Fax 07151/94910-30

Projekt	Bebauungsplan "Mittlerer Weg", Fellbach		
Projektnr.	1183083		
Auftraggeber	Stadt Fellbach, Stadtplanungsamt Marktplatz 1 70734 Fellbach		
Darstellung	Schichtaufnahmen der Kleinbohrung RKS 2		
Maßstab	Bearbeiter	Datum	Anlage
1:50	CL	19.03.2019	3/4

Höhe ü NN [m]

299.00

298.00

297.00

296.00

295.00

294.00

293.00

292.00

291.00

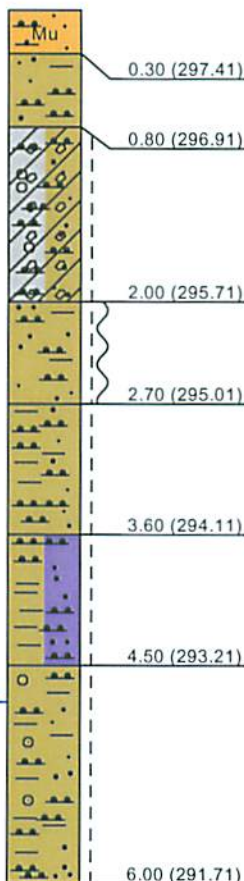
RKS 3

297.71 m

B 9 (1.0-1.4 m) ■

B 10 (3.1-3.5 m) ■

B 11 (5.3-5.7 m) ■



Mutterboden, Schluff, feinsandig, feine Wurzeln, organisch, dunkelbraun

Quartär, Schluff, schwach sandig, sehr schwach tonig, dunkelbraun - braun

Quartär, Lößlehm, Schluff, schwach sandig, sehr schwach kiesig, vereinzelt Tonsteinbruchstücke bis Ø 1cm, braun, leicht ocker, steif

Quartär, Schluff, sehr schwach sandig, sehr schwach tonig, braun, weich - steif

Quartär, Schluff, sehr schwach tonig, schwach sandig, braun, grünliche Sandkörner, steif

Quartär, Hanglehm, Schluff, tonig, schwach sandig, braun, leicht rötlich, steif

Schluff, sehr schwach tonig, sandig, schwach kiesig, Tonsteinbruchstückchen und -splitter, rötlich braun, steif, ab 5.9 schwer rammbaar kein Sondierfortschritt

Legende

	steif		Ton
	weich - steif		Schluff
			Mutterboden
			Lößlehm

WEHRSTEIN GEOTECHNIK

Altlasten Hydrologie Baugrund

Waiblinger Str. 5 71394 Kernen Tel. 07151/94910-0 Fax 07151/94910-30

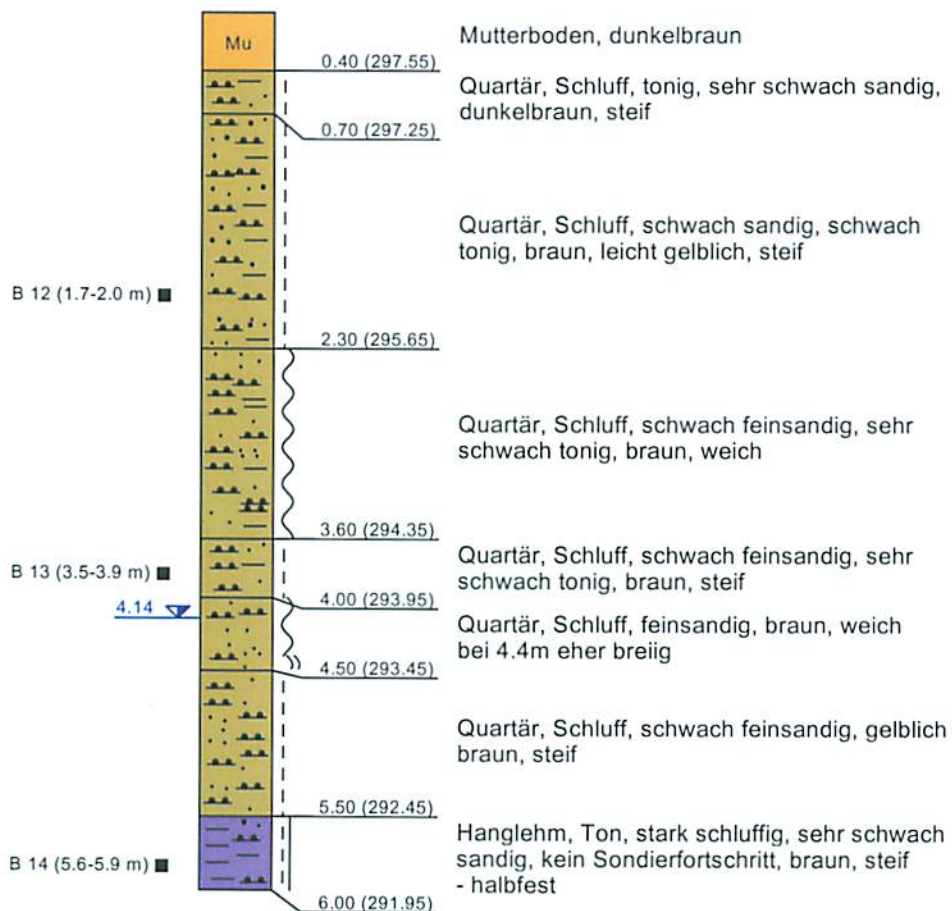
Projekt	Bebauungsplan "Mittlerer Weg", Fellbach		
Projektnr.	1183083		
Auftraggeber	Stadt Fellbach, Stadtplanungsamt Marktplatz 1 70734 Fellbach		
Darstellung	Schichtaufnahmen der Kleinbohrung RKS 3		
Maßstab	Bearbeiter	Datum	Anlage
1:50	CL	19.03.2019	3/5

Höhe ü NN [m]



RKS 4

297.95 m



Legende

	steif - halbfest		Ton
	steif		Schluff
	weich		Mutterboden
	breiig		

WEHRSTEIN GEOTECHNIK

Altlasten Hydrologie Baugrund

Waiblinger Str. 5 71394 Kernen Tel. 07151/94910-0 Fax 07151/94910-30

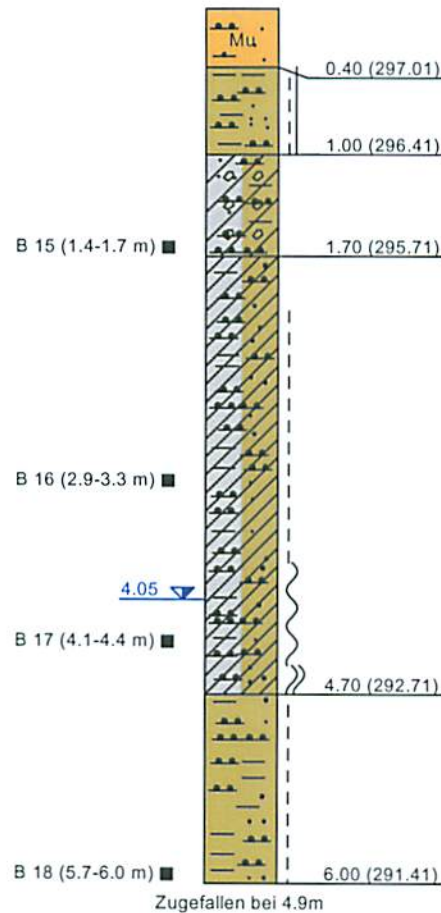
Projekt	Bebauungsplan "Mittlerer Weg", Fellbach		
Projektnr.	1183083		
Auftraggeber	Stadt Fellbach, Stadtplanungsamt Marktplatz 1 70734 Fellbach		
Darstellung	Schichtaufnahmen der Kleinbohrung RKS 4		
Maßstab	Bearbeiter	Datum	Anlage
1:50	CL	19.03.2019	3/6

Höhe ü NN [m]



RKS 5

297.41 m



Mutterboden, Schluff, schwach feinsandig, wenige Wurzeln, organisch, dunkelbraun

Quartär, Schluff, tonig, schwach feinsandig, dunkelbraun, steif - halbfest

Quartär, Lösslehm, Schluff, sehr schwach tonig, feinsandig, braun

Quartär, Hanglehm, Verwitterungslehm, Schluff, sandig, sehr schwach tonig, sehr schwach kiesig, Tonsteinbruchstückchen, braun, vereinzelt leicht rötlich, bis 3.8m eher weich-steif ab 4.5m breiig und nass

Hanglehm, Schluff, schwach tonig, schwach sandig, gelblich braun, z.T. leicht grau, steif

Legende

	steif - halbfest		Schluff
	steif		Mutterboden
	weich		Hanglehm
	breiig		Lösslehm

WEHRSTEIN GEOTECHNIK

Altlasten Hydrologie Baugrund

Waiblinger Str. 5 71394 Kernen Tel. 07151/94910-0 Fax 07151/94910-30

Projekt	Bebauungsplan "Mittlerer Weg", Fellbach		
Projektnr.	1183083		
Auftraggeber	Stadt Fellbach, Stadtplanungsamt Marktplatz 1 70734 Fellbach		
Darstellung	Schichtaufnahmen der Kleinbohrung RKS 5		
Maßstab	Bearbeiter	Datum	Anlage
1:50	CL	19.03.2019	3/7

Höhe ü NN [m]

300.00

299.00

298.00

297.00

296.00

295.00

294.00

293.00

292.00

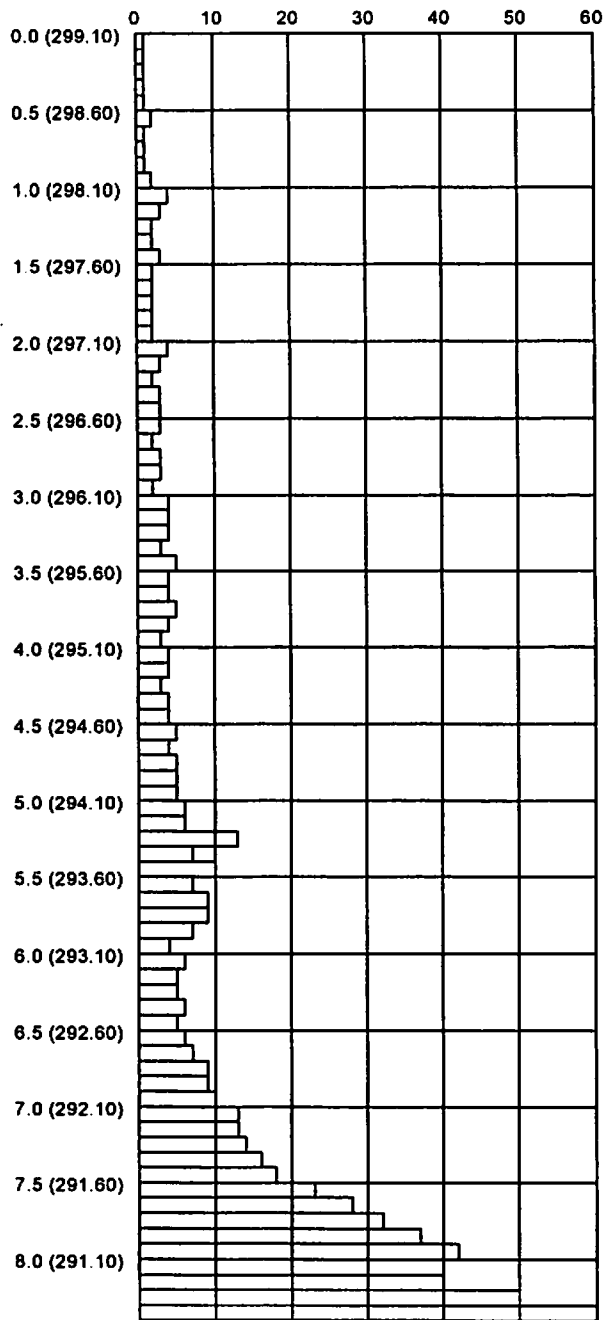
291.00

290.00

DPH 1

299.10 m

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1	5.60	7
0.20	1	5.70	9
0.30	1	5.80	9
0.40	1	5.90	7
0.50	1	6.00	4
0.60	2	6.10	6
0.70	1	6.20	5
0.80	1	6.30	5
0.90	1	6.40	6
1.00	2	6.50	5
1.10	4	6.60	6
1.20	3	6.70	7
1.30	2	6.80	9
1.40	2	6.90	9
1.50	3	7.00	10
1.60	2	7.10	13
1.70	2	7.20	13
1.80	2	7.30	14
1.90	2	7.40	16
2.00	2	7.50	18
2.10	4	7.60	23
2.20	3	7.70	28
2.30	2	7.80	32
2.40	3	7.90	37
2.50	3	8.00	42
2.60	3	8.10	40
2.70	2	8.20	40
2.80	3	8.30	50
2.90	3	8.40	89
3.00	2		
3.10	4		
3.20	4		
3.30	4		
3.40	3		
3.50	5		
3.60	4		
3.70	4		
3.80	5		
3.90	4		
4.00	3		
4.10	4		
4.20	4		
4.30	3		
4.40	4		
4.50	4		
4.60	5		
4.70	4		
4.80	5		
4.90	5		
5.00	5		
5.10	6		
5.20	6		
5.30	13		
5.40	7		
5.50	10		

kein Sondierfortschritt

GW bei 3,82 m, Zugelassen bei 5,01 m

WEHRSTEIN GEOTECHNIK
 Altlasten Hydrologie Baugrund

Waublinger Str. 5 71394 Kernen Tel 07151/94910-0 Fax 07151/94910-30

Projekt	Bebauungsplan "Mittlerer Weg", Fellbach		
Projektnr.	1183083		
Auftraggeber	Stadt Fellbach, Stadtplanungsamt Marktplatz 1 70734 Fellbach		
Darstellung	Schwere Rammsondierung - DPH 1		
Maßstab 1:50	Bearbeiter CL	Datum 20.03.2019	Anlage 3/8

Höhe ü NN (m)

299.00

DPH 2

298.00 m

Schlagzahlen je 10 cm

298.00

297.00

296.00

295.00

294.00

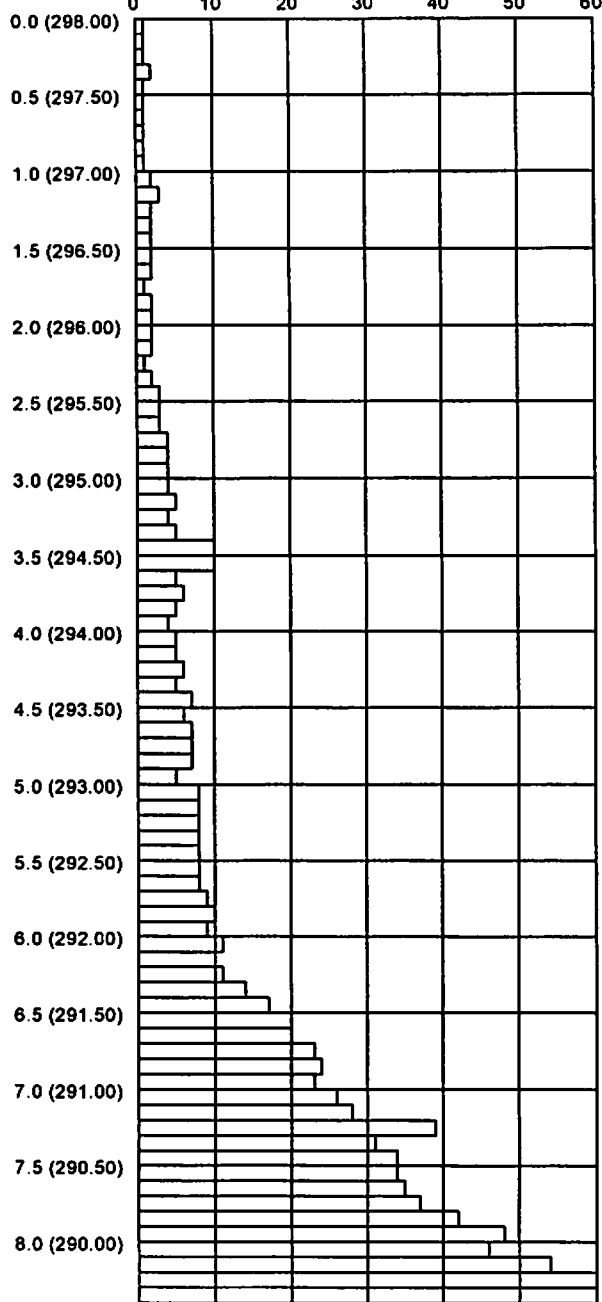
293.00

292.00

291.00

290.00

289.00



kein Sondierfortschritt

kein GW angetroffen, Zugelassen bei 4,0 m

Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1	5.60	8
0.20	1	5.70	8
0.30	1	5.80	9
0.40	2	5.90	10
0.50	1	6.00	9
0.60	1	6.10	11
0.70	1	6.20	10
0.80	1	6.30	11
0.90	1	6.40	14
1.00	1	6.50	17
1.10	2	6.60	20
1.20	3	6.70	20
1.30	2	6.80	23
1.40	2	6.90	24
1.50	2	7.00	23
1.60	2	7.10	26
1.70	2	7.20	28
1.80	1	7.30	39
1.90	2	7.40	31
2.00	2	7.50	34
2.10	2	7.60	34
2.20	2	7.70	35
2.30	1	7.80	37
2.40	2	7.90	42
2.50	3	8.00	48
2.60	3	8.10	46
2.70	3	8.20	54
2.80	4	8.30	60
2.90	4	8.40	97
3.00	4		
3.10	4		
3.20	5		
3.30	4		
3.40	5		
3.50	10		
3.60	10		
3.70	5		
3.80	6		
3.90	5		
4.00	4		
4.10	5		
4.20	5		
4.30	6		
4.40	5		
4.50	7		
4.60	6		
4.70	7		
4.80	7		
4.90	7		
5.00	5		
5.10	8		
5.20	8		
5.30	8		
5.40	8		
5.50	8		

WEHRSTEIN GEOTECHNIK

Altlasten Hydrologie Baugrund

Wäblinger Str. 5 71394 Kernen Tel. 07151/94910-0 Fax 07151/94910-30

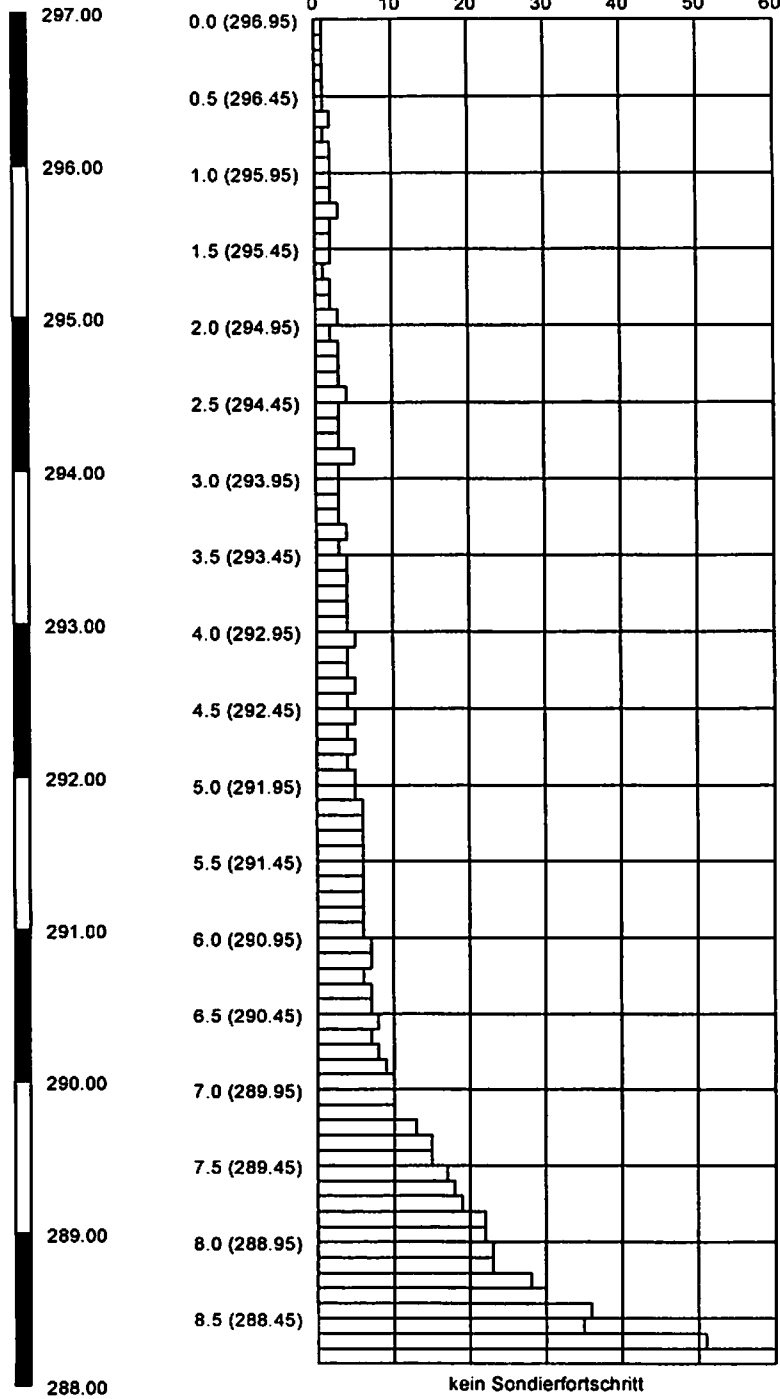
Projekt	Bebauungsplan "Mittlerer Weg", Fellbach		
Projektnr.	1183083		
Auftraggeber	Stadt Fellbach, Stadtplanungsamt Marktplatz 1 70734 Fellbach		
Darstellung	Schwere Rammsondierung - DPH 2		
Maßstab	Bearbeiter	Datum	Anlage
1:50	CL	20.03.2019	3/9

DPH 3

296.95 m

Schlagzahlen je 10 cm

Höhe ü NN [m]



Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1	5.60	6
0.20	1	5.70	6
0.30	1	5.80	6
0.40	1	5.90	6
0.50	1	6.00	6
0.60	1	6.10	7
0.70	2	6.20	7
0.80	1	6.30	6
0.90	2	6.40	7
1.00	2	6.50	7
1.10	2	6.60	8
1.20	2	6.70	7
1.30	3	6.80	8
1.40	2	6.90	9
1.50	2	7.00	10
1.60	2	7.10	10
1.70	1	7.20	10
1.80	2	7.30	13
1.90	2	7.40	15
2.00	3	7.50	15
2.10	2	7.60	17
2.20	3	7.70	18
2.30	3	7.80	19
2.40	3	7.90	22
2.50	4	8.00	22
2.60	3	8.10	23
2.70	3	8.20	23
2.80	3	8.30	28
2.90	5	8.40	30
3.00	3	8.50	36
3.10	3	8.60	35
3.20	3	8.70	51
3.30	3	8.80	78
3.40	4		
3.50	3		
3.60	4		
3.70	4		
3.80	4		
3.90	4		
4.00	4		
4.10	5		
4.20	4		
4.30	4		
4.40	5		
4.50	4		
4.60	5		
4.70	4		
4.80	5		
4.90	4		
5.00	5		
5.10	5		
5.20	6		
5.30	6		
5.40	6		
5.50	6		

78

WEHRSTEIN GEOTECHNIK

Altlasten Hydrologie Baugrund

Wäblinger Str. 5 71394 Kernen Tel. 07151/94910-0 Fax 07151/94910-30

Projekt	Bebauungsplan "Mittlerer Weg", Fellbach		
Projektnr.	1183083		
Auftraggeber	Stadt Fellbach, Stadtplanungsamt Marktplatz 1 70734 Fellbach		
Darstellung	Schwere Rammsondierung - DPH 3		
Maßstab	Bearbeiter	Datum	Anlage
1:50	CL	20.03.2019	3/10

WEHRSTEIN GEOTECHNIK
Altlasten · Hydrogeologie · Baugrund

Weiblinger Str. 5 · 71394 Kernen · Tel. 07151/94910-0 · Fax 07151/94910-30

Bericht:

Anlage: 4/1

Wassergehalt nach DIN 18 121

Fellbach Mittlerer Weg

Projekt Nr. 1183083

Bearbeiter: RK

Datum: 27.02.2019

Prüfungsnummer:

Entnahmestelle: KB1 - KB2 + RKS 1 - RKS4

Tiefe:

Bodenart:

Art der Entnahme: Kernbohrung + Rammkernsondierung

Probe entnommen am: 04.02 - 12.02.2019

Probenbezeichnung:	B1	B2	B3	B4	B6	B8
Feuchte Probe + Behälter [g]:	88.80	69.95	63.51	54.73	64.92	45.31
Trockene Probe + Behälter [g]:	74.73	60.31	55.90	49.37	56.21	40.05
Behälter [g]:	14.42	14.32	16.35	14.24	14.61	14.19
Porenwasser [g]:	14.07	9.64	7.61	5.36	8.71	5.26
Trockene Probe [g]:	60.31	45.99	39.55	35.13	41.60	25.86
Wassergehalt [%]	23.33	20.96	19.24	15.26	20.94	20.34

Probenbezeichnung:	B9	B10	B12	B13	B14	B16
Feuchte Probe + Behälter [g]:	87.98	89.42	131.21	61.24	50.28	54.12
Trockene Probe + Behälter [g]:	74.27	75.72	110.94	52.47	44.22	47.12
Behälter [g]:	15.20	16.05	16.33	14.48	16.12	14.19
Porenwasser [g]:	13.71	13.70	20.27	8.77	6.06	7.00
Trockene Probe [g]:	59.07	59.67	94.61	37.99	28.10	32.93
Wassergehalt [%]	23.21	22.96	21.42	23.09	21.57	21.26

Probenbezeichnung:	B18	B20	B21	B22	B24	B25
Feuchte Probe + Behälter [g]:	67.14	127.28	104.31	104.95	127.13	63.58
Trockene Probe + Behälter [g]:	58.16	108.50	90.09	90.05	110.17	58.34
Behälter [g]:	14.16	16.25	15.09	14.35	13.81	16.54
Porenwasser [g]:	8.98	18.78	14.22	14.90	16.96	5.24
Trockene Probe [g]:	44.00	92.25	75.00	75.70	96.36	41.80
Wassergehalt [%]	20.41	20.36	18.96	19.68	17.60	12.54

Probenbezeichnung:	B28	B30	B32			
Feuchte Probe + Behälter [g]:	125.47	90.73	124.74			
Trockene Probe + Behälter [g]:	105.05	76.65	109.97			
Behälter [g]:	14.29	14.11	16.23			
Porenwasser [g]:	20.42	14.08	14.77			
Trockene Probe [g]:	90.76	62.54	93.74			
Wassergehalt [%]	22.50	22.51	15.76			

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Fellbach Mittlerer Weg

Projekt Nr. 1183083

Bearbeiter: RK

Datum: 27.02.2019

Prüfungsnummer: B2

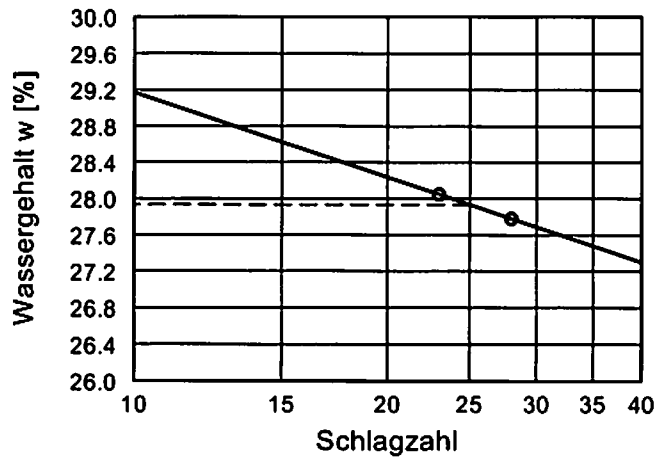
Entnahmestelle: RKS 1

Tiefe: 2,7 - 3,0

Art der Entnahme: Rammkernsondierung

Bodenart:

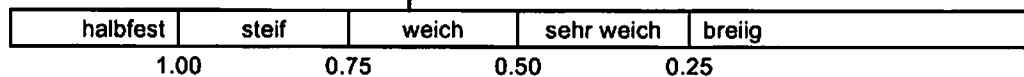
Probe entnommen am: 04.02.2019



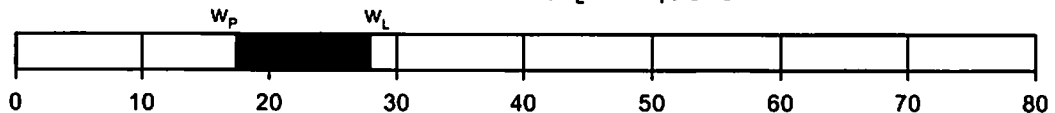
Wassergehalt $w = 21.0 \%$
 Fließgrenze $w_L = 27.9 \%$
 Ausrollgrenze $w_p = 17.4 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 10.5 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.66$

Zustandsform

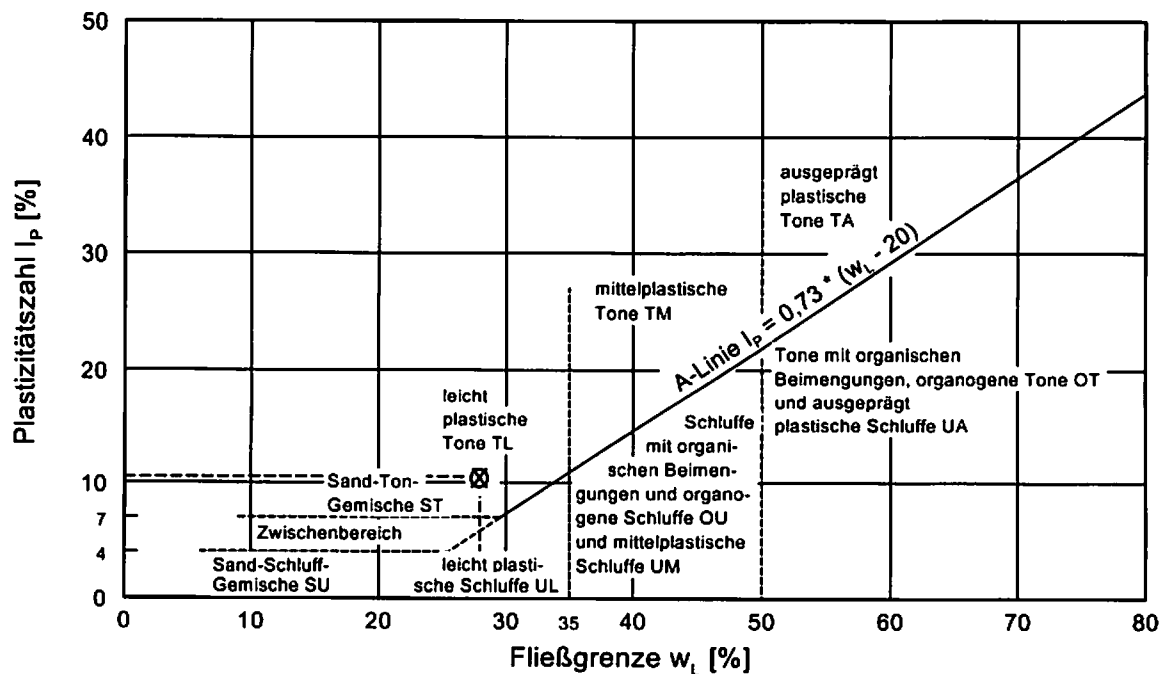
$I_c = 0.66$



Plastizitätsbereich (w_L bis w_p) [%]



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Fellbach Mittlerer Weg

Projekt Nr. 1183083

Bearbeiter: RK

Datum: 27.02.2019

Prüfungsnummer: B8

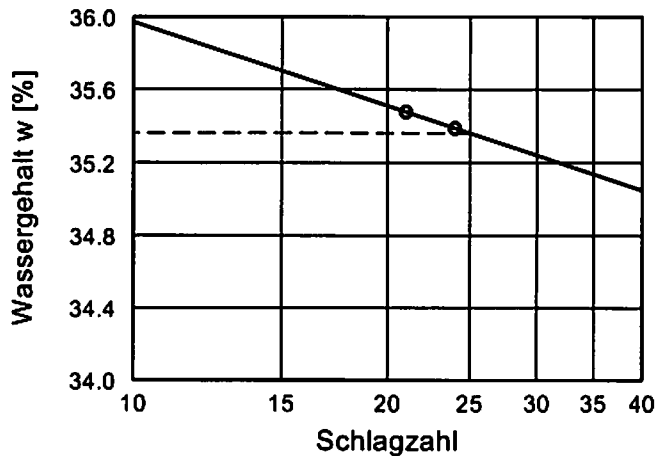
Entnahmestelle: RKS 2

Tiefe: 5,7 - 6,0

Art der Entnahme: Rammkernsondierung

Bodenart:

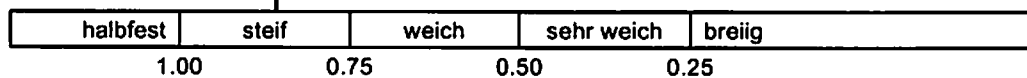
Probe entnommen am: 05.02.2019



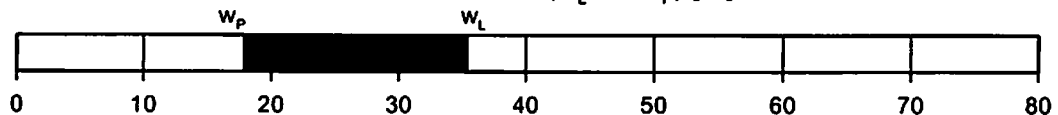
Wassergehalt $w = 20.3 \%$
 Fließgrenze $w_L = 35.4 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 17.9 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 17.5 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 0.86$

$I_C = 0.86$

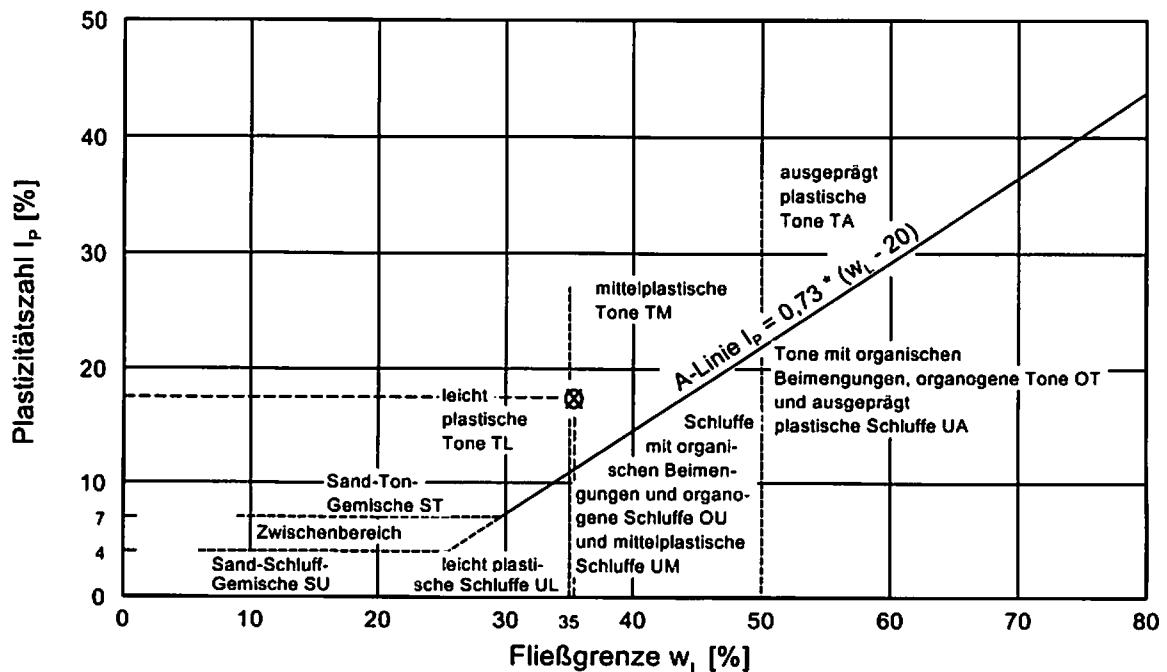
Zustandsform



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Fellbach Mittlerer Weg

Projekt Nr. 1183083

Bearbeiter: RK

Datum: 27.02.2019

Prüfungsnummer: B13

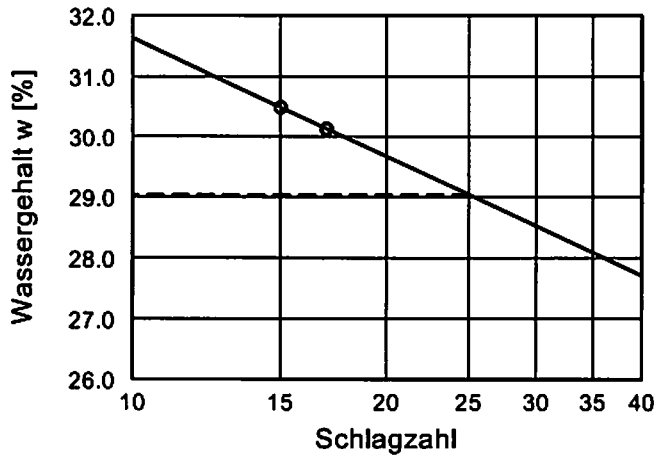
Entnahmestelle: RKS 4

Tiefe: 3,5 - 3,9

Art der Entnahme: Rammkernsondierung

Bodenart:

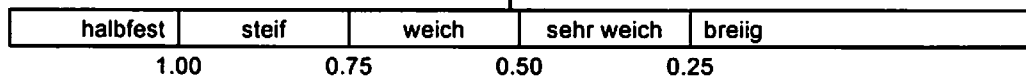
Probe entnommen am: 05.02.2019



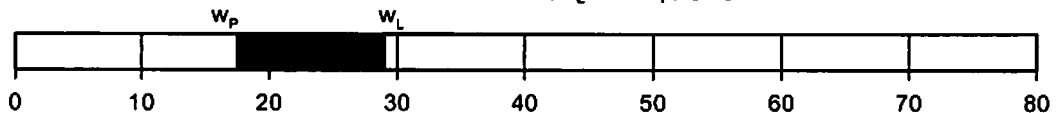
Wassergehalt $w = 23.1 \%$
 Fließgrenze $w_L = 29.0 \%$
 Ausrollgrenze $w_p = 17.5 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 11.5 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.51$

Zustandsform

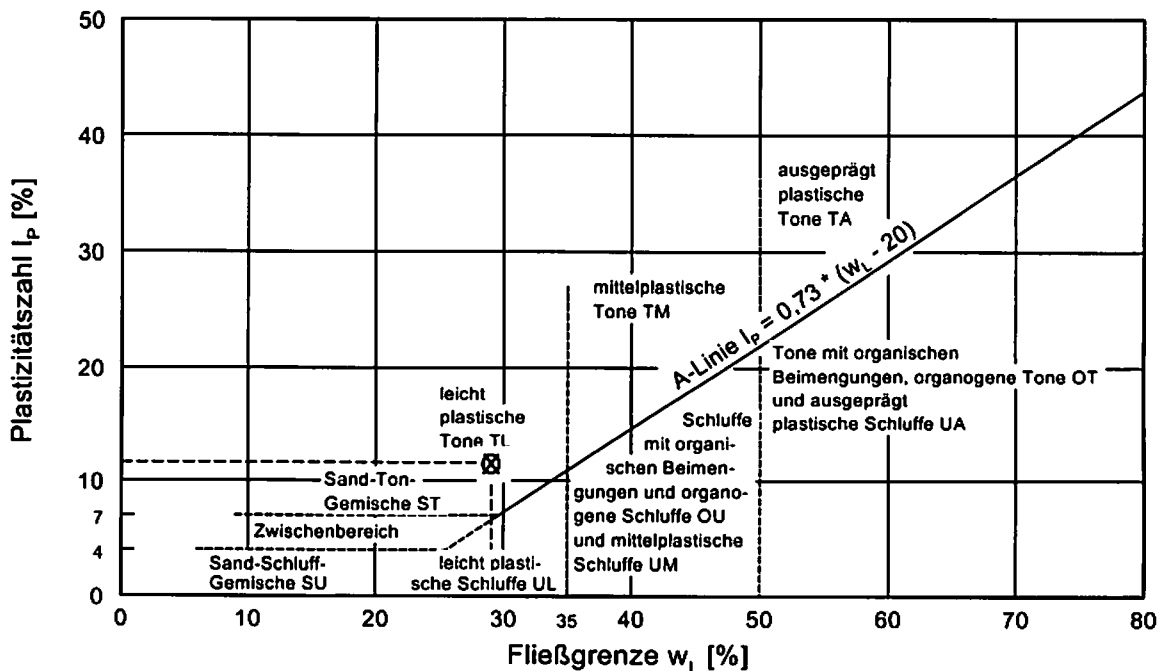
$I_c = 0.51$



Plastizitätsbereich (w_L bis w_p) [%]



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Fellbach Mittlerer Weg

Projekt Nr. 1183083

Bearbeiter: RK

Datum: 27.02.2019

Prüfungsnummer: B22

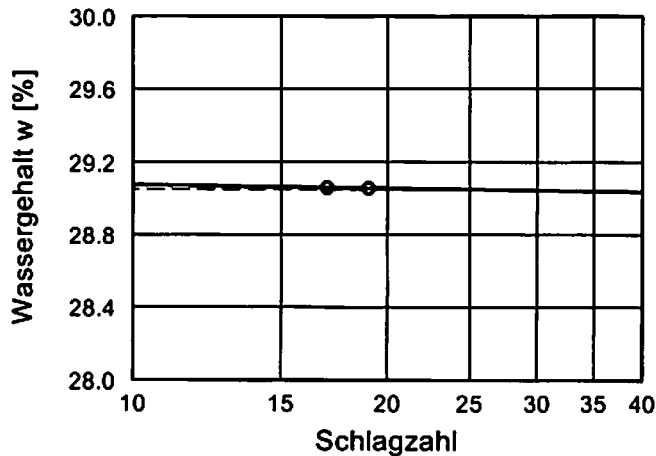
Entnahmestelle: KB 1

Tiefe: 3,3 - 3,4

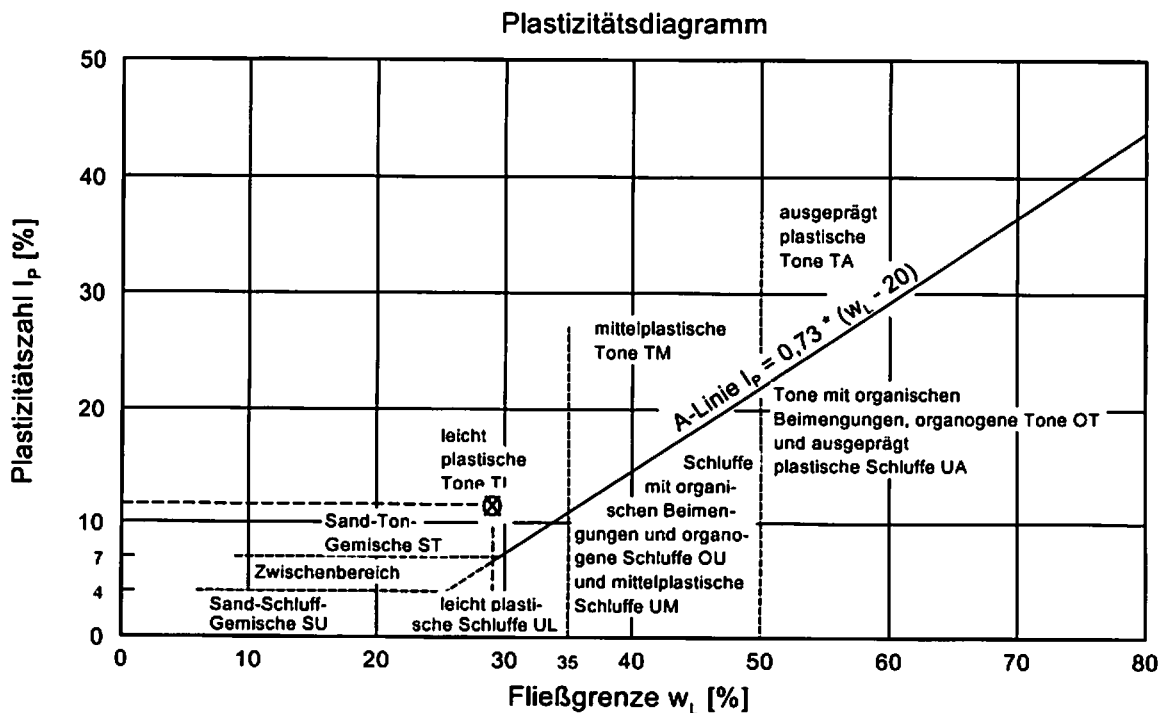
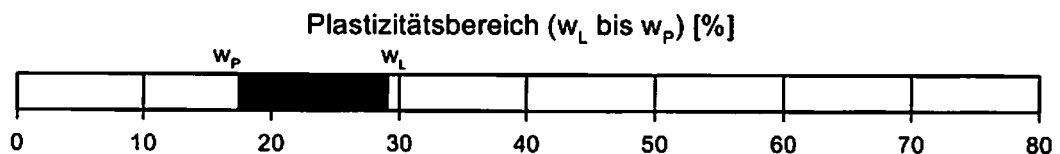
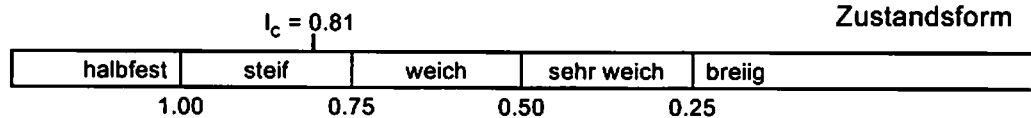
Art der Entnahme: Kernbohrung

Bodenart:

Probe entnommen am: 12.02.2019



Wassergehalt $w = 19.7 \%$
 Fließgrenze $w_L = 29.0 \%$
 Ausrollgrenze $w_p = 17.4 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 11.6 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.81$



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Fellbach Mittlerer Weg

Projekt Nr. 1183083

Bearbeiter: RK

Datum: 27.02.2019

Prüfungsnummer: B24

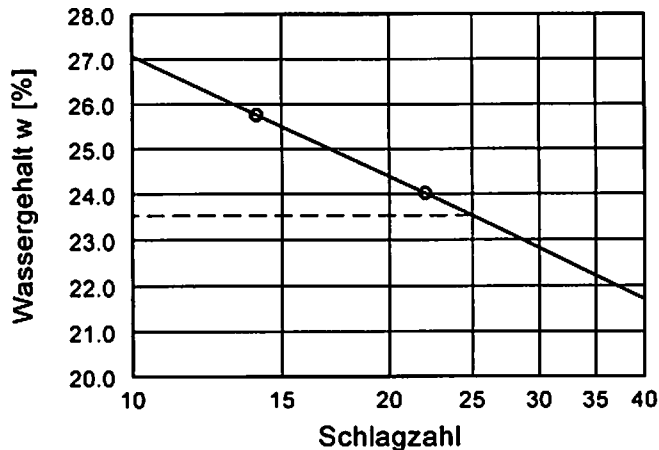
Entnahmestelle: KB 1

Tiefe: 7,6 - 7,7

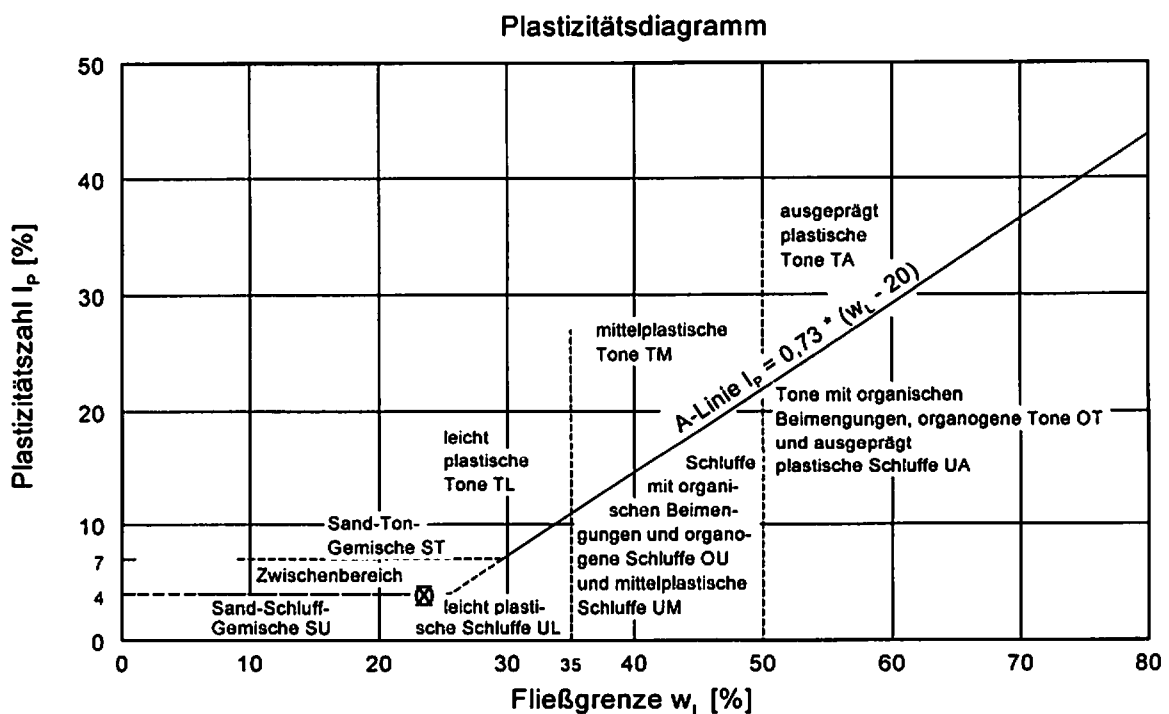
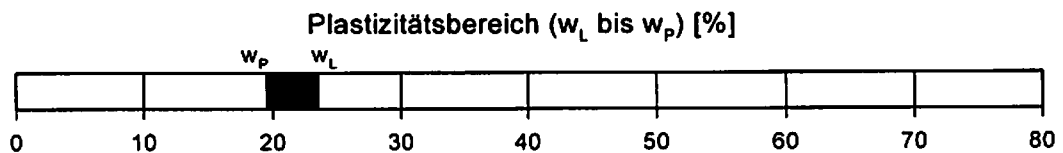
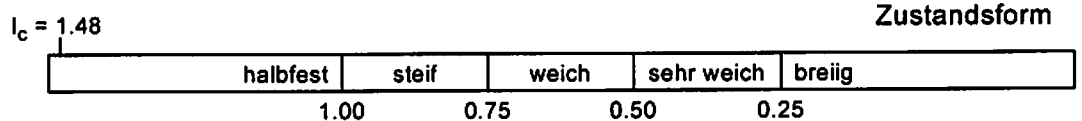
Art der Entnahme: Kernbohrung

Bodenart:

Probe entnommen am: 12.02.2019



Wassergehalt $w =$ 17.6 %
Fließgrenze $w_L =$ 23.5 %
Ausrollgrenze $w_p =$ 19.5 %
Plastizitätszahl $I_p =$ 4.0 %
Konsistenzzahl $I_c =$ 1.48



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Fellbach Mittlerer Weg

Projekt Nr. 1183083

Bearbeiter: RK

Datum: 27.02.2019

Prüfungsnummer: B28

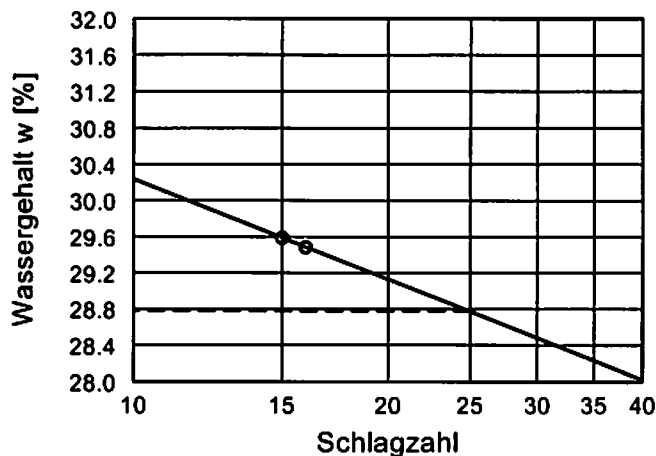
Entnahmestelle: KB 2

Tiefe: 2,1 - 2,9

Art der Entnahme: Kernbohrung

Bodenart:

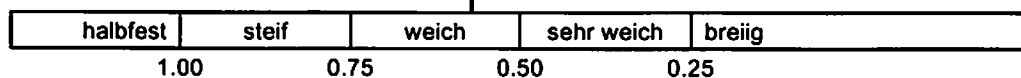
Probe entnommen am: 12.02.2019



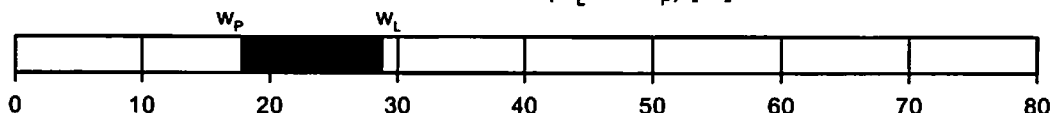
Wassergehalt $w = 22.5 \%$
 Fließgrenze $w_L = 28.8 \%$
 Ausrollgrenze $w_p = 17.8 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 11.0 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.57$

Zustandsform

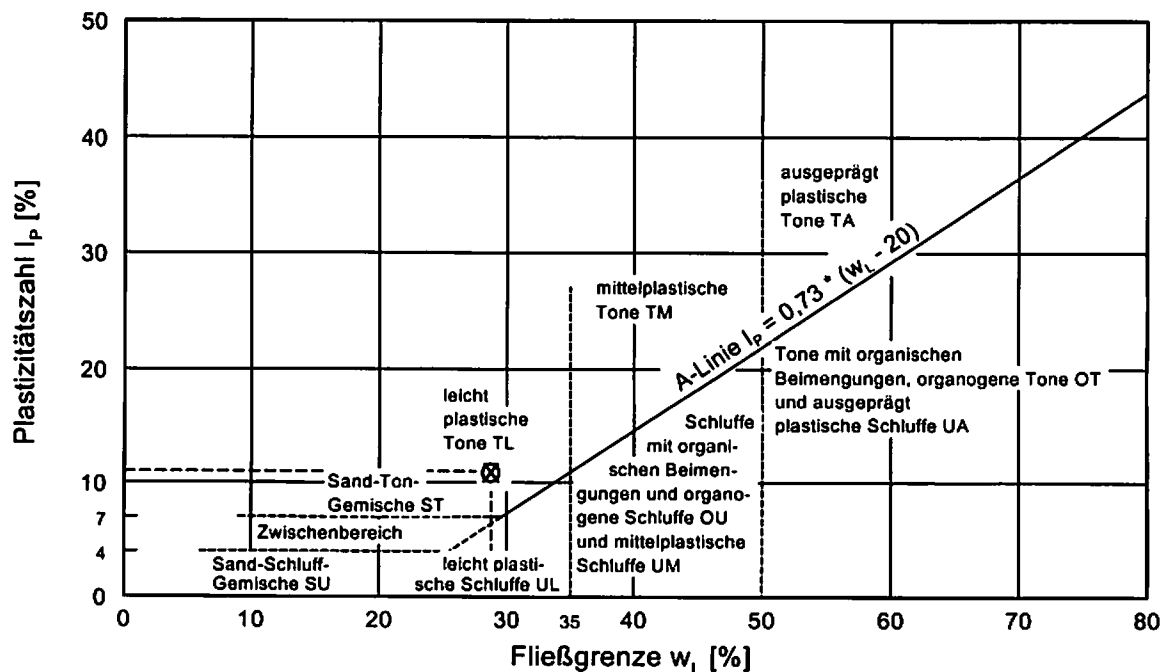
$I_c = 0.57$

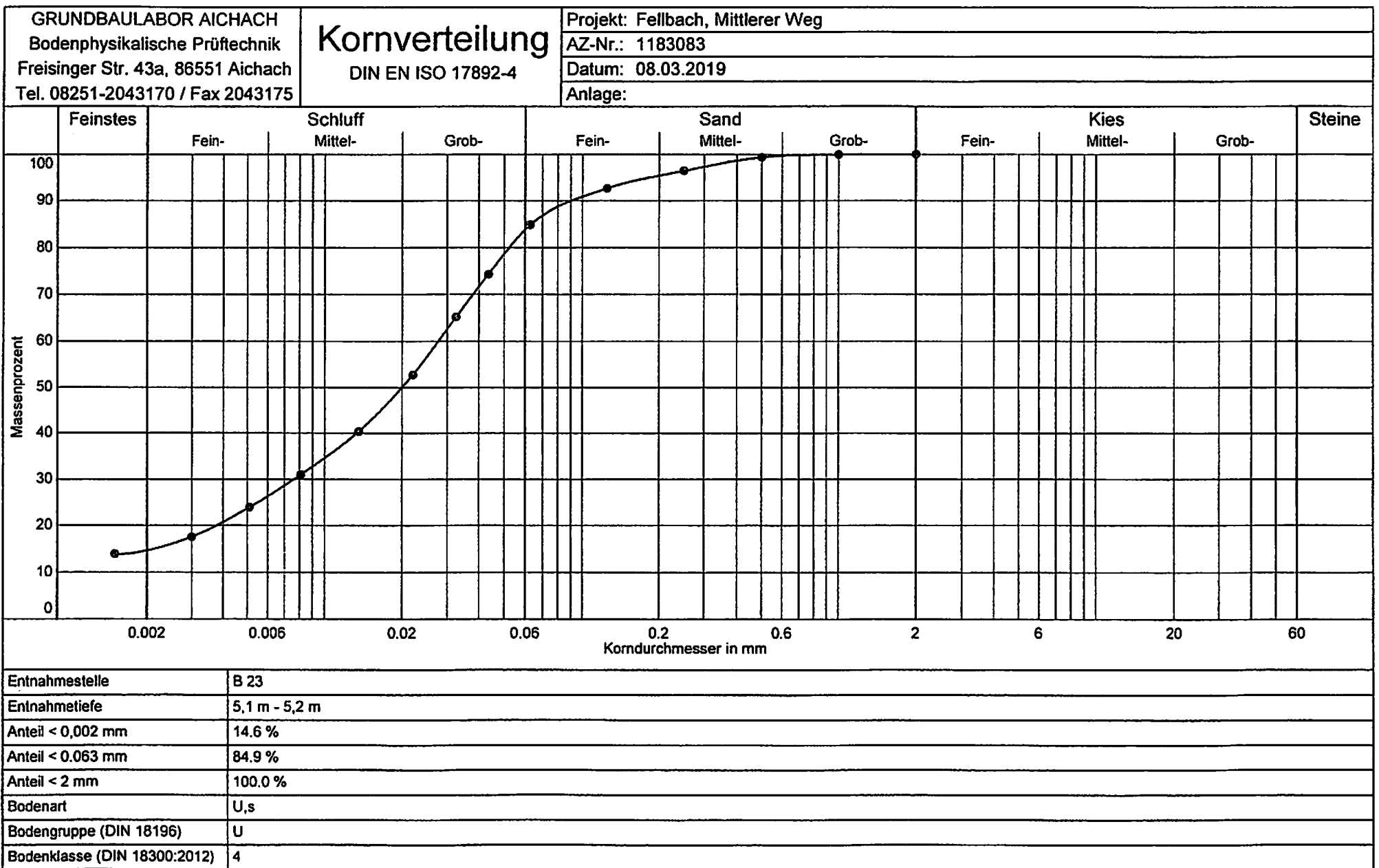


Plastizitätsbereich (w_L bis w_p) [%]



Plastizitätsdiagramm





GRUNDBAULABOR AICHACH
Bodenphysikalische Prüftechnik
Freisinger Str. 43a, 86551 Aichach
Tel. 08251-2043170 / Fax 2043175

Kornverteilung

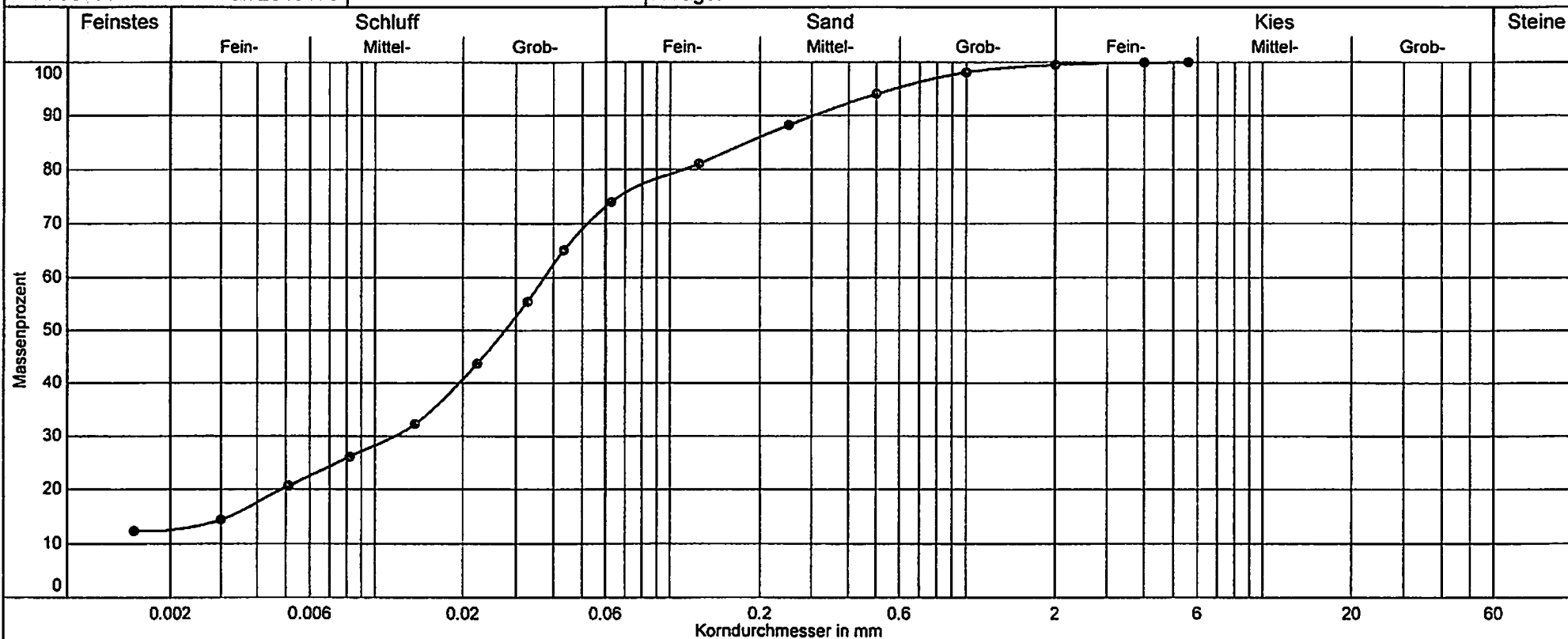
DIN EN ISO 17892-4

Projekt: Fellbach, Mittlerer Weg

AZ-Nr.: 1183083

Datum: 08.03.2019

Anlage:



Entnahmestelle	B 27
Entnahmetiefe	1,7 m - 1,8 m
Anteil < 0,002 mm	12.5 %
Anteil < 0.063 mm	74.0 %
Anteil < 2 mm	99.5 %
Bodenart	U,s
Bodengruppe (DIN 18196)	U
Bodenklasse (DIN 18300:2012)	4

Proctorkurve nach DIN 18 127

Fellbach, Mittlerer Weg

Bearbeiter: le.

Datum: 08.03.2019

Prüfungsnummer:

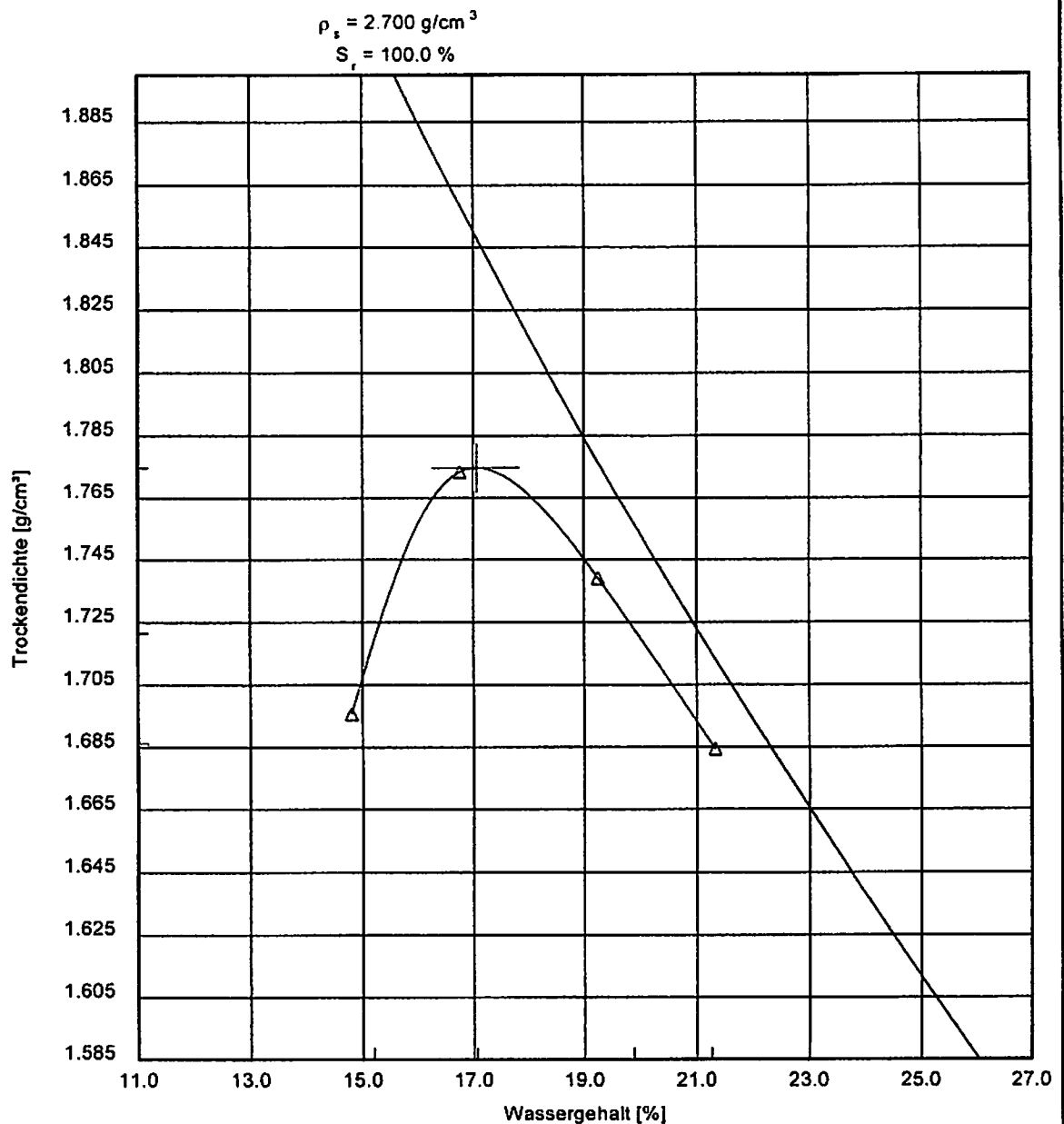
Entnahmestelle: B28

Tiefe: 2,1 m - 2,9 m

Art der Entnahme: Ton

Bodenart: gestörte Probe

Probe entnommen am:



100 % der Proctordichte $\rho_{pr} = 1.775 \text{ g/cm}^3$

Optimaler Wassergehalt $w_{pr} = 17.1 \%$

97.0 % der Proctordichte $\rho_d = 1.722 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt $w = 15.2 / 19.9 \%$

95.0 % der Proctordichte $\rho_d = 1.686 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt $w = - / 21.3 \%$

Proctorkurve nach DIN 18 127

Fellbach, Mittlerer Weg

Bearbeiter: le.

Datum: 08.03.2019

Prüfungsnummer:

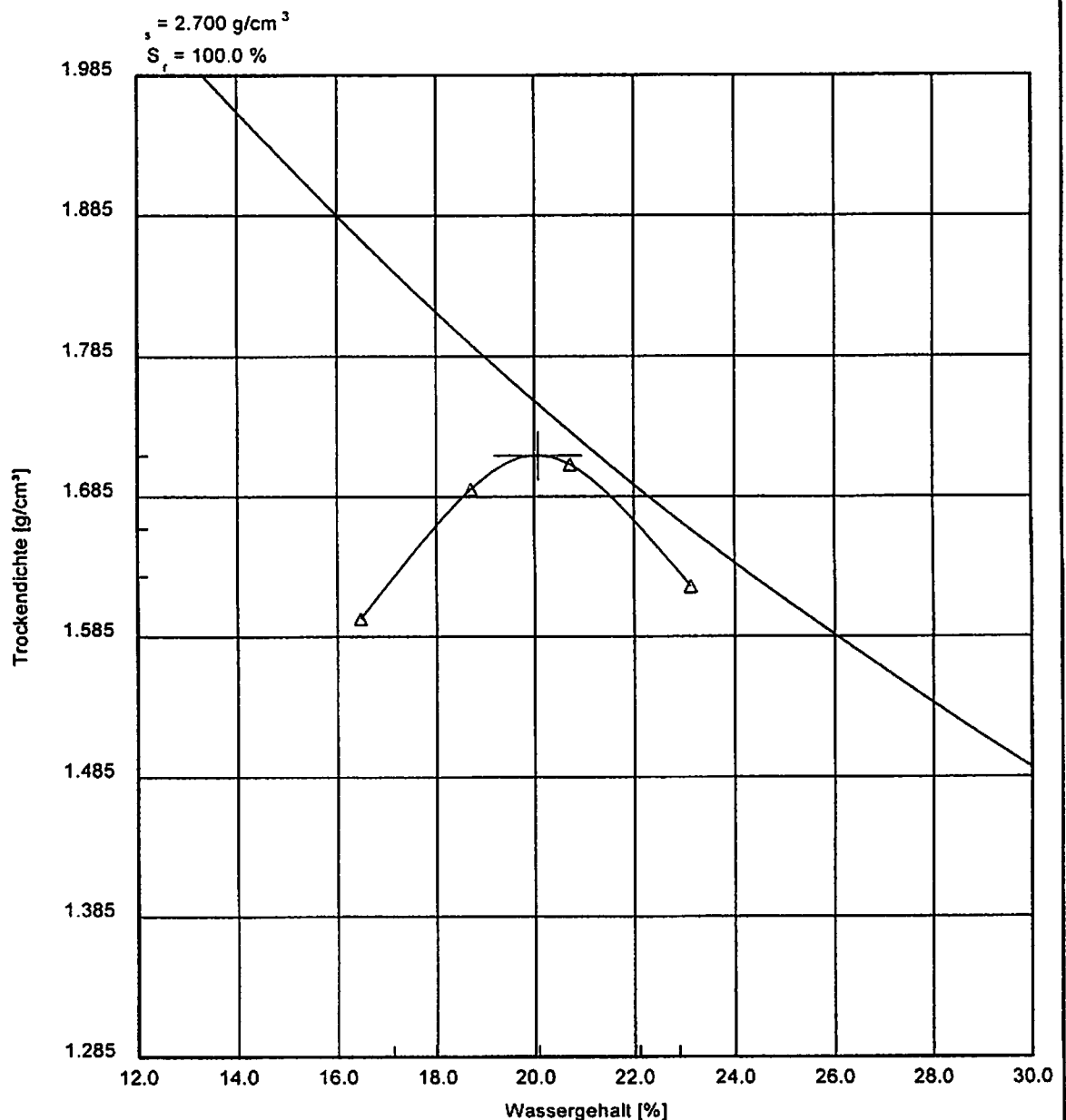
Entnahmestelle: B20

Tiefe: 0,9 m - 1,8 m

Art der Entnahme: Ton

Bodenart: gestörte Probe

Probe entnommen am:



100 % der Proctordichte $\rho_{Pr} = 1.714 \text{ g/cm}^3$

Optimaler Wassergehalt $w_{Pr} = 20.1 \%$

97.0 % der Proctordichte $\rho_d = 1.663 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt $w = 18.0 / 22.1 \%$

95.0 % der Proctordichte $\rho_d = 1.628 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt $w = 17.1 / 22.9 \%$

Anlage 5

Chemische Analysen

SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH - Höhenstraße 24 - 70736
Fellbach

Wehrstein Geotechnik GmbH + Co. KG
Herr Hirth
Waiblinger Str. 5
71394 Kernen

Standort Fellbach

Telefon: 0711-16272-0
Telefax: 0711-16272-999
E-Mail: sui-stuttgart@synlab.com
Internet: www.synlab.de

Seite 1 von 1

Datum: 07.03.2019

Prüfbericht Nr.: UST-19-0024563/02-1
Auftrag-Nr.: UST-19-0024563
Ihr Auftrag: schriftlich vom 27.02.2019
Projekt: Fellbach, Mittlerer Weg // Proj.-Nr. 1183083
Eingangsdatum: 27.02.2019
Probenahme durch: Auftraggeber
Prüfzeitraum: 27.02.2019 - 07.03.2019
Probenart: Boden



Probenbezeichnung: B 1
Probe Nr.: UST-19-0024563-04

Original

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Trockenmasse	%	85,2	DIN EN 14346:2007-03
Glühverlust	% TS	4,5	DIN EN 15169:2007-05
TOC	% TS	0,3	DIN EN 13137:2001-12

Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung der SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH.
Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Der Prüfbericht wurde am 07.03.2019 um 17:11 Uhr durch Carmen Kuhn (Kundenbetreuung) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.



SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH - Höhenstraße 24 -
70736 Fellbach

Wehrstein Geotechnik GmbH + Co. KG
Herr Hirth
Waiblinger Str. 5
71394 Kernen

Standort Fellbach

Durchwahl: 0711-16272-0
Telefax: 0711-16272-999
E-Mail: sui-stuttgart@synlab.com
Internet: www.synlab.de

Seite 1 von 2

Datum: 07.03.2019

Prüfbericht Nr.: UST-19-0024563/01-1
Auftrag-Nr.: UST-19-0024563
Ihr Auftrag: schriftlich vom 27.02.2019
Projekt: Fellbach, Mittlerer Weg // Proj.-Nr. 1183083
Probenahme durch: Auftraggeber
Eingangsdatum: 27.02.2019
Prüfzeitraum: 27.02.2019 - 07.03.2019
Probenart: Boden



Untersuchungsergebnisse

Probe Nr.:	UST-19-0024563-01	UST-19-0024563-02	UST-19-0024563-03
Bezeichnung:	B 19	B 26	B 27

Probenvorbereitung

Zerkleinern / Homogenisieren		-	-	-
------------------------------	--	---	---	---

Original

Trockenmasse	%	85,3	86,1	85,3
Glühverlust	% TS	3,8	4,4	3,5
TOC	% TS	1,3	1,0	<0,1

Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung der SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH.
Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Der Prüfbericht wurde am 07.03.2019 um 08:28 Uhr durch Carmen Kuhn (Kundenbetreuung) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.



Angewandte Methoden	
Parameter	Norm
Zerkleinern / Homogenisieren	-
Trockenmasse	DIN EN 14346:2007-03
Glühverlust	DIN EN 15169:2007-05
TOC	DIN EN 13137:2001-12

Standort Fellbach

Wehrstein Geotechnik GmbH + Co. KG
Herr Hirth
Waiblinger Str. 5
71394 Kernen

Telefon: 0711-16272-0
Telefax: 0711-16272-999,
E-Mail: sui-stuttgart@synlab.com
Internet: www.synlab.de

Seite 1 von 4

Datum: 07.03.2019

Prüfbericht Nr.: UST-19-0024563/03-1
Auftrag-Nr.: UST-19-0024563
Ihr Auftrag: schriftlich vom 27.02.2019
Projekt: Fellbach, Mittlerer Weg // Proj.-Nr. 1183083
Eingangsdatum: 27.02.2019
Probenahme durch: Auftraggeber
Prüfzeitraum: 27.02.2019 - 07.03.2019
Probenart: Boden



Probenbezeichnung: **MP 1: B 27 + B 12 + B 21**
Probe Nr.: UST-19-0024563-05

Original

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Trockenmasse	%	86,4	DIN EN 14346:2007-03
Glühverlust	% TS	3,9	DIN EN 15169:2007-05
TOC	% TS	<0,1	DIN EN 13137:2001-12
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039 (01.05) i.V. mit LAGA KW/04 (12.09):2005-01 (UAU)
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039 (01.05) i.V. mit LAGA KW/04 (12.09):2005-01 (UAU)
extrahierbare lipophile Stoffe	% OS	<0,03	LAGA KW 04:2009-12



Aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Benzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
Ethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
Toluol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
o-Xylol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
m,p-Xylol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
Styrol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
Isopropylbenzol (Cumol)	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
Summe BTXE	mg/kg TS	--	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Trichlorfluormethan (R11)	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05
1,1,2-Trichlortrifluorethan (R113)	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05
Dichlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05
1,1-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05
1,1-Dichlorethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05
Trichlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05
Tetrachlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05
1,2-Dichlorethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05
Trichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05
Tetrachlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05
Summe LHKW	mg/kg TS	--	DIN EN ISO 22155:2013-05

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Phenanthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Chrysen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Summe PAK EPA	mg/kg TS	--	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)

Polychlorierte Biphenyle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
PCB Nr. 28	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2008-05 (UAU)
PCB Nr. 52	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2008-05 (UAU)
PCB Nr. 101	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2008-05 (UAU)
PCB Nr. 118	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2008-05 (UAU)
PCB Nr. 138	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2008-05 (UAU)
PCB Nr. 153	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2008-05 (UAU)
PCB Nr. 180	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2008-05 (UAU)
Summe PCB (7 Verbindungen)	mg/kg TS	--	DIN EN 15308:2008-05 (UAU)

Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Eluat	--	-	DIN EN 12457-4:2003-01
pH-Wert	--	8,0	DIN 38 404-C5:2009-07
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	mg/l	130	DIN 38 409-H 1:1987-01
DOC	mg/l	0,9	DIN EN 1484:1997-08
Fluorid	mg/l	0,7	DIN EN ISO 10304-1:2009-07
Chlorid	mg/l	<0,5	DIN EN ISO 10304-1:2009-07
Sulfat	mg/l	6,67	DIN EN ISO 10304-1:2009-07
Cyanid, leicht freisetzbar	mg/l	<0,01	DIN EN ISO 14403:2002-07 (UAU)
Phenol-Index	mg/l	<0,01	DIN EN ISO 14402 (H 37):1999-12 (UAU)

Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Arsen	mg/l	<0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Blei	mg/l	<0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Cadmium	mg/l	<0,0001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Chrom (Gesamt)	mg/l	<0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Kupfer	mg/l	<0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Nickel	mg/l	<0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Quecksilber	mg/l	<0,0001	DIN EN ISO 12846:2012-08
Zink	mg/l	0,004	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Antimon	mg/l	<0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Barium	mg/l	0,037	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Molybdän	mg/l	<0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Selen	mg/l	<0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02

(UAU) - Verfahren durchgeführt am Standort Augsburg

Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung der SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH.
Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Die Erklärung wurde am 07.03.2019 um 17:13 Uhr durch Carmen Kuhn (Kundenbetreuung) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

Anlage 6

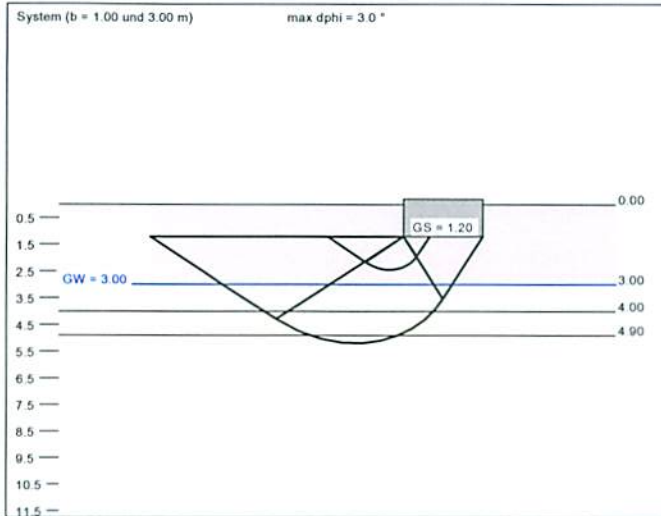
Exemplarische Setzungsabschätzungen

1183083 Mittlerer Weg, Fellbach - exempl. Einzelfundament

Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	v [-]	Bezeichnung
	19.0	9.0	22.5	1.0	5.0	0.00	Lösslehm
	20.0	10.0	25.0	5.0	7.0	0.00	Hanglehm/Hangschutt
	20.0	10.0	25.0	8.0	15.0	0.00	V-Zone Gipskeuper
	21.0	11.0	27.5	15.0	20.0	0.00	Gipskeuper-Tonsteine

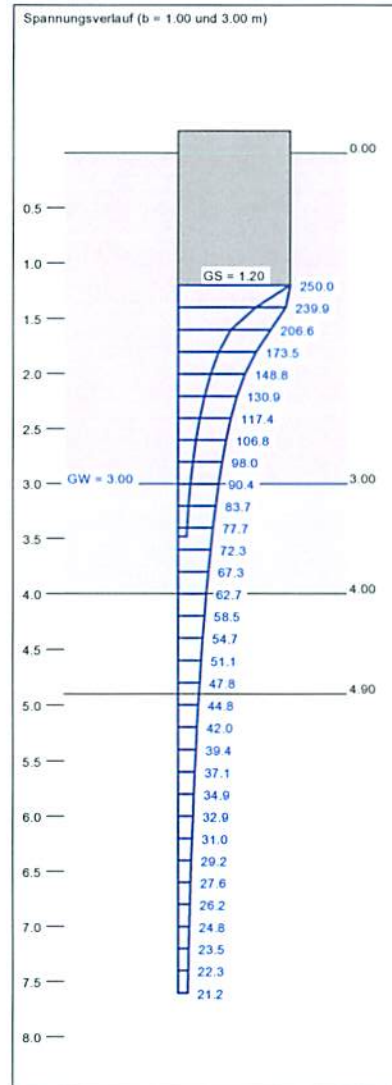
WEHRSTEIN GEOTECHNIK Altlasten · Hydrogeologie · Baugrund

Wahlbinger Str. 5 · 71394 Kernen · Tel. 07151/94910-0 · Fax 07151/94910-30



a [m]	b [m]	zul σ [kN/m²]	zul R [kN]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]	t_0 [m]	UK LS [m]
1.00	1.00	162.6	162.6	2.11	22.5	1.00	19.00	22.80	3.48	2.45
1.10	1.10	164.6	199.1	2.33	22.5	1.00	19.00	22.80	3.68	2.57
1.20	1.20	166.6	239.8	2.54	22.5	1.00	19.00	22.80	3.87	2.70
1.30	1.30	168.5	284.8	2.75	22.5	1.00	19.00	22.80	4.07	2.82
1.40	1.40	170.5	334.3	2.95	22.5	1.00	19.00	22.80	4.26	2.95
1.50	1.50	191.6	431.0	3.51	23.0	1.72	18.89	22.80	4.61	3.10
1.60	1.60	203.9	522.0	3.93	23.2	2.11	18.64	22.80	4.89	3.24
1.70	1.70	212.1	612.9	4.27	23.3	2.33	18.36	22.80	5.13	3.37
1.80	1.80	219.4	710.8	4.61	23.5	2.53	18.07	22.80	5.37	3.51
1.90	1.90	225.4	813.8	4.92	23.6	2.68	17.78	22.80	5.59	3.64
2.00	2.00	231.0	924.0	5.23	23.6	2.81	17.51	22.80	5.81	3.78
2.10	2.10	236.0	1040.9	5.53	23.7	2.92	17.26	22.80	6.03	3.91
2.20	2.20	244.9	1185.1	5.92	23.8	3.32	17.01	22.80	6.28	4.05
2.30	2.30	250.0	1322.5	6.23	23.8	3.70	16.78	22.80	6.49	4.18
2.40	2.40	250.0	1440.0	6.41	23.9	3.96	16.56	22.80	6.66	4.32
2.50	2.50	250.0	1562.5	6.59	23.9	4.17	16.36	22.80	6.82	4.45
2.60	2.60	250.0	1690.0	6.76	24.0	4.34	16.16	22.80	6.98	4.59
2.70	2.70	250.0	1822.5	6.92	24.0	4.50	15.98	22.80	7.14	4.72
2.80	2.80	250.0	1960.0	7.08	24.0	4.64	15.80	22.80	7.30	4.86
2.90	2.90	250.0	2102.5	7.24	24.5	5.88	15.59	22.80	7.45	5.04
3.00	3.00	250.0	2250.0	7.40	24.7	6.46	15.43	22.80	7.61	5.19

zul $\sigma = \sigma_{\text{GK}} / (\gamma_{\text{GK}} \cdot \gamma_{\text{GK},0}) = \sigma_{\text{GK}} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{\text{GK}} / 1.99$
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



Berechnungsgrundlagen:
Norm: DIN 1054:2005
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept
Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{\text{GK}} = 1.40$
 $\gamma_{\text{GK},0} = 1.35$
 $\gamma_{\text{GK},1} = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{\text{GK},0} = 0.500 \cdot \gamma_{\text{GK}} + (1 - 0.500) \cdot \gamma_{\text{GK},1}$
 $\gamma_{\text{GK},0} = 1.425$
zul σ auf 250.00 kN/m² begrenzt
Gründungssohle = 1.20 m
Grundwasser = 3.00 m
Grenztiefe mit $p = 20.0\%$
Grenzflächen spannungsvariabel bestimmt
— aufnehmbarer Sohldruck
— Setzungen

