

Gutachten

Nr. 19164

- Projekt:** Neubau Wohnbebauung mit Tiefgarage
- Ort:** 89134 Blaustein, Kurt-Mühlen-Straße 6
(Flurstück Nr. 965)
- Auftraggeber:** GIP 20 GmbH
88662 Überlingen/Bodensee, Christophstr. 10
- Planer:** Steinhoff / Haehnel Architekten GmbH
70174 Stuttgart, Schloßstraße 47
- Untersuchungsauftrag:** Baugrundbeurteilung und
geo-/umwelttechnische Beratung

Ulm, den 17.05.2019

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Vorgang	3
2. Untersuchungsumfang	3
3. Gelände und Bauvorhaben	5
4. Baugrundverhältnisse	6
5. Grundwasserverhältnisse	11
6. Bautechnische Folgerungen	13
6.1 Gründung	13
6.2 Auflagerung der untersten Böden	18
6.3 Verkehrsflächen	19
7. Durchfeuchtungsschutz	20
8. Allgemeine Angaben zur Auftriebssicherung	20
9. Hinweise für die Bauausführung	21
9.1 Homogenbereiche	21
9.2 Baugrube	24
9.3 Wasserhaltung	26
9.4 Sonstige Hinweise	26
10. Beurteilung der Versickerungsmöglichkeit	27
11. Umwelttechnische Beurteilung	28
12. Schlussbemerkung	31
Anlagen:	
(1) Lageplan mit Untersuchungsstellen, Maßstab ca. 1:250	
(2) Schichtprofile und Rammdiagramme, Höhenmaßstab ca. 1:125	
(3) Schichtenverzeichnisse	
(4) Bodenmechanische Laborergebnisse	
(5) Umwelttechnische Laborergebnisse	

1. Vorgang

In Blaustein, Kurt-Mühlen-Straße 6 ist auf dem Flurstück Nr. 965 der Neubau einer Wohnbebauung mit Tiefgarage geplant.

Zur Erkundung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse im betreffenden Areal wurde die SCHIRMER-Ingenieurgesellschaft beauftragt, eine geo-/umwelttechnische Untersuchung durchzuführen und Empfehlungen zur Gründung einschließlich der Bemessungs- und Bodenkennwerte sowie zur Fußbodenauflagerung auszuarbeiten. Ferner sollten Angaben zur Befestigung der Verkehrsflächen ausgearbeitet sowie auf den Durchfeuchtungsschutz und die Bauausführung (Baugrube / Wasserhaltung) eingegangen werden. Außerdem sollten Angaben zu den Homogenbereichen sowie zum Bemessungswasserstand und zur Baustoffaggressivität des Grundwassers gemacht werden.

Darüber hinaus wurde eine umwelttechnische Untersuchung der angetroffenen Auffüllungen für eine erste Einschätzung im Hinblick auf die Entsorgung durchgeführt.

Für die Ausführung der Geländearbeiten und zur Erstellung des geo-/umwelttechnischen Gutachtens standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Liegenschaftskarte, Maßstab 1:1.500, vom 08.08.2018
- Lageplan „Höhenaufnahme“, Maßstab 1:100, vom 05.02.2019
- Grundrisse UG-2 bis 7.OG, Maßstab 1:200, vom 27.02.2019
- Ansicht Südost und Südwest, Maßstab 1:200, vom 27.02.2019
- Schnitt Quer A-A und B-B, Maßstab 1:200, vom 27.02.2019

2. Untersuchungsumfang

Zur Erkundung der Untergrund- und Bodenwasserverhältnisse wurden zwischen dem 11.04. und 08.05.2019 zwei Erkundungsbohrungen (KB 1 und KB 2) mit Tiefen von 26,3 m und 25,5 m abgeteuft.

Des Weiteren wurde am 21.03.2019 eine Rammkernsondierung (RKS 3) niedergebracht. Diese war in einer Tiefe von 10,0 m wegen faserigen Torflagen nicht weiter vertiefbar.

Im Zuge der Aufschlussarbeiten erfolgte durch unseren Sachbearbeiter eine Ansprache der angetroffenen Bodenarten. Die Böden wurden nach DIN EN ISO 14688-1 beschrieben und nach DIN 18196 eingestuft sowie nach DIN 18300 in Homogenbereiche eingeteilt.

Ergänzend zu den o.g. Aufschlüssen wurden am 21.03.2019 zwei schwere Rammsondierungen (DPH A und B) nach DIN EN ISO 22476-2 mit 12,6 m und 12,8 m Tiefe durchgeführt. Darüber hinaus fanden in den Bohrungen insgesamt drei Bohrlochrammsondierungen (BDP) innerhalb der Talkiese statt.

Die Sondierungen dienten insbesondere zur Verifizierung der Schichtübergänge sowie zur Bestimmung der Lagerungsdichte der rolligen Böden und Abschätzung der Konsistenz der bindigen Böden.

Die Untersuchungsstellen wurden der Lage und Höhe nach eingemessen. Ihre Ansatzpunkte gehen aus der Anlage 1 hervor. Die Höhenmessung bezieht sich auf einen Schachtdeckel am Westrand des Bauareals (siehe Anlage 1), der nach den Spartenplänen eine absolute Höhe von 492,51 m ü.NN besitzt. Diese Höhe ist bauseits gegebenenfalls noch zu überprüfen.

Die Ergebnisse der Bodenaufnahmen sind unter Beachtung von DIN 4023 in Form von Schichtprofilen in den Anlagen 2.2 und 2.3 enthalten. Darin sind auch die Rammdiagramme dargestellt.

Des Weiteren sind die Ergebnisse der Bohrungen entsprechend den Aufzeichnungen des Bohrmeisters in Original-Schichtenverzeichnisse eingetragen (siehe Anlage 3). Der weiteren Bearbeitung und Bewertung wurden jedoch die von uns korrigierten Schichtprofile der Anlage 2.2 zugrunde gelegt.

Aus den relevanten Bodenschichten wurden Proben entnommen und zur weiteren Bearbeitung in unser bodenmechanisches Labor gebracht. Dort wurde an einer Probe aus den Talkiesen (B 1.3 aus KB 1) die Korngrößenverteilung bestimmt. Die Körnungslinie diente u.a. zur Ermittlung der Durchlässigkeitsbeiwerte nach HAZEN/BEYER (vgl. Kapitel 10). Die bodenmechanischen Laborergebnisse sind in der Anlage 4 aufgeführt.

Außerdem wurden aus den Auffüllungen der beiden Bohrungen KB 1 und KB 2 die Mischproben M 1.1 und M 2.1 erstellt und zur umweltchemischen Analyse auf die Parameter der VwV Baden-Württemberg in das Labor BVU, Markt Rettenbach verschickt. Die umweltchemischen Analysenberichte sind in der Anlage 5.1 enthalten, eine Bewertung findet sich in Kapitel 11.

Ferner wurde eine geschöpfte Grundwasserprobe aus der Bohrung KB 1 nach DIN 4030 auf Baustoffaggressivität untersucht (vgl. Anlage 5.2 und Kapitel 5).

3. Gelände und Bauvorhaben

Das betreffende Neubauareal (Flurstück Nr. 965) liegt am Südostrand von Blaustein-Ehrenstein, direkt östlich der Kreuzung Kurt-Mühlen-Straße / Max-Hilsenbeck-Straße. Im Norden und Westen schließen sich bebaute Gewerbeflächen an und im Süden und Osten Grün- bzw. Brachland mit Baumbewuchs. Die Baufläche erstreckt sich über maximal etwa 50 m x 35 m.

Zum Zeitpunkt der Feldarbeiten bestand darauf ein weitgehend ebener, geschotterter Parkplatz sowie ein Containergebäude mit umgebenden Pflasterflächen im Südostteil.

Im Norden wird das Gelände von der bis zu ca. 3 m hohen Böschung entlang der höher verlaufenden Kurt-Mühlen-Straße begrenzt, im Westen läuft es ungefähr ebenerdig zur Max-Hilsenbeck-Straße aus. Im Süden und Osten schließt sich eine bis zu ca. 2,5 m hohe Böschung an, die zur Blautalaue abfällt.

Gemäß den uns zur Verfügung gestellten Planunterlagen umfasst der Neubau mit einer maximalen Grundfläche von ca. 44 m x 28 m nahezu die gesamte Flurstücksfläche (im UG-2 / vgl. Anlage 1). Die Planung sieht einen 8-geschossigen Wohnblock mit zweifacher Unterkellerung (vorwiegend Tiefgarage) vor.

Der EG-Fußboden liegt mit 494,30 m ü.NN ($\pm 0,00$ m) etwa auf der mittleren Höhe der Kurt-Mühlen-Straße. Die Unterkante des UG-2-Bodens ist 6,01 m darunter auf 488,29 m ü.NN vorgesehen. Die Einfahrt in die Tiefgarage soll von der Max-Hilsenbeck-Straße her erfolgen, die ungefähr auf dem Niveau des UG-1 liegt.

Weitere Angaben zur Bauausführung sowie zur Gründung und zu den Bauwerkslasten liegen nicht vor.

4. Baugrundverhältnisse

Das untersuchte Areal befindet sich im Blautal und ist daher von jungen, quartären Talfüllungen geprägt. Hierbei handelt es sich um bindig-organische Böden (Tallehme/„Mudden“, „Kalktuffe“ und Torfe) im höheren sowie um Talkiese und -sande im tieferen Bereich.

Die Kiese werden von Erosionsresten der Unteren Süßwassermolasse (zumeist Mergel oder Mergelsteine) bzw. von Jura-Kalkfels unterlagert. Der Fels kann durch Verwitterungseinflüsse örtlich aufgelockert sein. Gemäß unseren Erfahrungen aus der Nachbarschaft sind auch lokal tiefer reichende Karstschlotten mit Lehmfüllungen nicht auszuschließen.

Das Untersuchungsgebiet wurde außerdem im Rahmen von früheren Baumaßnahmen flächig aufgefüllt.

Im Einzelnen ergibt sich nach den Ergebnissen der Felduntersuchungen der nachfolgend beschriebene Schichtenaufbau (siehe Anlagen 2.2 und 2.3).

Zunächst standen bei allen Aufschlüssen **Auffüllungen** an, die im oberen Bereich als sandige, meist schwach schluffige bis schluffige, teils steinige Kiese ausgebildet waren. Ab Tiefen zwischen 2,0 m und 2,5 m folgten darunter schwach bis stark kiesige, meist schwach tonige bis tonige, z.T. schwach sandige und vereinzelt steinige Schluffe, die eine weiche bis steif-halbfeste Konsistenz besaßen.

Die Auffüllungen enthielten stellenweise Beton- oder Ziegelreste sowie bei KB 1 von 4,6 m bis 5,5 m Tiefe eine „Kalkschlamm“-Ablagerung. Sie reichten bis in Tiefen zwischen 4,0 m und 6,7 m.

Dort wurden sie von bindig-organischen Talfüllungen unterlagert.

Hierbei handelte es sich zum Einen um **Tallehme**, die teils in Form von schwach bis stark tonigen, vereinzelt sandigen Schluffen vorlagen. Bereichsweise waren die Lehme als „Mudden“, d.h. tonige bis stark tonige, organische Schluffe mit Holzresten anzusprechen. Die Tallehmschichten besaßen eine weiche Konsistenz.

Zum Anderen waren die bindig-organischen Talfüllungen als „**Kalktuffe**“ ausgebildet, d.h. als stark sandige Schluffe mit einer breiigen bis weichen Konsistenz.

Des Weiteren lagen die bindig-organischen Talfüllungen als schwach faserige bis faserige **Torfe** vor. Diese reichten bei RKS 3 bis zur Endtiefe (10,0 m), in der kein weiterer Sondierfortschritt mehr möglich war. Die Torfschicht war dort noch nicht durchteuft.

Ab Tiefen von 12,8 m (KB 1) und 13,6 m (KB 2) wurden unter den bindig-organischen Talfüllungen **Talkiese** erreicht. Hierbei handelte es sich um schwach sandige bis sandige, z.T. schwach steinige bis steinige und vereinzelt schwach schluffige Kiese. Sie waren im oberen Bereich als „Kalkschotter“ (mit Kalksteingeröllen) und im unteren als „Kiessande“ (mit Geröllen verschiedener Herkunft) ausgebildet.

Zwischen diesen beiden Schichten waren wiederum **Tallehmlinsen** in Form von schwach bis stark sandigen, stellenweise tonigen Schluffen eingelagert. Diese besaßen eine weiche bis weich-steife Konsistenz und eine Mächtigkeit von 0,4 m (KB 1) bzw. 3,2 m (KB 2).

Als weiteres Schichtglied wurden in Tiefen von 19,8 m bis 20,3 m (KB 1) bzw. 19,3 m bis 20,4 m (KB 2) schwach schluffige, teils schwach kiesige **Talsande** erschlossen.

Die Talkiese reichten bis zur Endtiefe beider Bohrungen, in der sie noch nicht durchteuft waren. Bei KB 1 war allerdings in der Endtiefe von 26,3 m kein weiterer Rammfortschritt mehr möglich. Wahrscheinlich wurde dort Jura-Kalkfels erreicht.

Innerhalb der Talkiese wurden drei **Bohrlochrammsondierungen** (BDP) mit folgenden Ergebnissen durchgeführt:

- | | |
|------------------------------------|----------------------------|
| - Bohrung KB 1 (14,00 m – 14,45 m) | Schlagzahl $N_{30} = 63$ |
| - Bohrung KB 2 (18,00 m – 18,45m) | Schlagzahl $N_{30} = >100$ |
| - Bohrung KB 2 (24,60 m – 25,05 m) | Schlagzahl $N_{30} = 21$ |

Diese Werte dokumentieren eine dichte bis sehr dichte Lagerung der Talkiese in den untersuchten Tiefen - unter Berücksichtigung des Grundwassereinflusses.

Mit den ergänzend durchgeführten **Rammsondierungen** wurden die Lagerungsdichte und Konsistenz der angetroffenen Schichten abgeschätzt sowie die Schichtübergänge verifiziert. DPH B zeigte bis 2,3 m Tiefe noch Schlagzahlen von bis meist deutlich über 10 pro 10 cm Eindringtiefe. Darunter wurden zunächst nur sehr niedrige Werte von $<<10$ erreicht, die bei DPH A bereits ab Gelände vorlagen. Ab ungefähr 5 m Tiefe kam es bei beiden Sondierungen zu einem allmählichen Anstieg und unterhalb von 7 m Tiefe schwankten die Zahlen zwischen ca. 10 und 20. Erst in Tiefen von 12,2 m (DPH A) und 12,3 m (DPH B) kam es zu einem abrupten Anstieg auf Werte von über 30. Bis zu den Endtiefen (12,6 m und 12,8 m) wurden Schlagzahlen > 40 erreicht.

Eine Korrelation mit den Bodenprofilen zeigt, dass die erhöhten Schlagzahlen in der obersten Zone von DPH B vermutlich durch verdichtete Auffüllungen bedingt sind. Die niedrigen Werte, die bei beiden Sondierungen bis in ca. 5 m Tiefe erzielt wurden, lassen auf eine bestenfalls steife, überwiegend aber deutlich ungünstigere Konsistenz der bindig-organischen Talfüllungen schließen. Die höheren Schlagzahlen darunter sind vermutlich durch die faserigen Torfschichten bedingt. Mit Erreichen der Talkiese steigen auch die Schlagzahlen rasch an. Demnach sind die Kiese - unter Berücksichtigung des Grundwassereinflusses - als sehr dicht gelagert zu beurteilen.

Grundsätzlich sind im untersuchten Areal weitere Wechselhaftigkeiten bezüglich der Ausbildung und dem Zustand der einzelnen Schichten nicht auszuschließen. Insbesondere können Schwankungen im Verlauf der Obergrenze der Talkiese vorkommen.

Die tragfähigen Schichten (Talkiese) stehen nach den Untersuchungsergebnissen etwa ab den nachfolgend in Tabelle 1 aufgeführten absoluten Höhen an.

Tabelle 1: Höhenlage der Talkiese

- KB 1	479,7 m ü.NN
- KB 2	479,9 m ü.NN
- DPH A	ca. 480,3 m ü.NN
- DPH B	ca. 480,2 m ü.NN

In der folgenden Tabelle 2 werden für die vorbeschriebenen Bodenschichten charakteristische Bodenkennwerte (Rechenwerte) angegeben. Dabei wurden neben den aktuellen auch frühere Untersuchungen an vergleichbaren Böden zugrunde gelegt.

Die Werte gelten für ungestörte Lagerungsverhältnisse ohne baubedingte Auflockerungen oder Vernässungen. Im Regelfall kann mit den jeweiligen Mittelwerten gerechnet werden. In kritischen Fällen sollten die jeweils ungünstigsten Werte für die Berechnungen herangezogen werden.

Tabelle 2: charakteristische Bodenkennwerte

ortsübliche Schichtbezeichnung (Bodengruppe nach DIN 18196)	Wichte des feuchten Bodens γ_k	Wichte des Bodens unter Auftrieb γ'_k	Reibungswinkel φ'_k	Kohäsion c'_k	Steifemodul $E_{s,k}$	undrain. Kohäsion $c_{u,k}$
	kN/m ³	kN/m ³	°	kN/m ²	MN/m ²	kN/m ²
Auffüllungen (A)						
Kiese [GW/GU/GU*]	20-21	11-12	(30-35)	(0-3)	-	-
Schluffe [UM/UL/TL]	19	10	(20-22,5)	(1-4)	-	≥15
Tallehme und Tallehmlinsen (UM/TM/OU)	19	10	20	1 - 2	2 - 4	≥15
„Kalktuffe“ (UL/SU*)	20	11	25	0 - 3	<2	≥20
Torfe (HN)	13	3	15	0 - 2	<1	≥20
Talsande (SU)	20	11	32,5	0	20 - 50	≥30
Talkiese (GW/GU)	21	12	35-37,5	0	80 - 150	-

Die Baufläche liegt in der **Erdbebenzone 0** und im Bereich der Untergrundklasse R. Diese Einteilung stützt sich auf den Nationalen Anhang der DIN EN 1998-1 „Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben“ vom Januar 2011 sowie die Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg, herausgegeben vom Innenministerium BW, 1. Auflage 2005.

5. Grundwasserverhältnisse

Während der Feldarbeiten wurde in den beiden Erkundungsbohrungen und in der Rammkernsondierung Grundwasser festgestellt. Die Werte sind in der Tabelle 3 aufgeführt.

Tabelle 3: Grundwasserstände

Aufschluss	Grundwasser	
	angetroffen (m u.Gel. / Datum)	nach Aufschlussende (m u.Gel. / Datum) (m ü.NN)
- KB 1	3,00 / 11.04.19	6,70 / 12.04.19 485,80
- KB 2	13,60 / 08.05.19	6,85 / 08.05.19 485,67
- RKS 3	-	2,80 / 21.03.19 489,76

Die Angaben zum Grundwasser gelten nur für den Zeitpunkt der Aufschlussarbeiten bzw. der Messungen. Über die längerfristigen Schwankungen sowie über die jahreszeitlich bedingten Änderungen des Wasserspiegels können aufgrund dieser Feldbeobachtungen keine Aussagen gemacht werden. In jedem Fall ist aber mit einem Anstieg des Grundwassers über die gemessenen Stände, v.a. nach lang anhaltenden Niederschlägen und nach der Schneeschmelze, zu rechnen.

Bei den am 21.03.2019 und 11.04.2019 in RKS 3 und KB 1 festgestellten, oberflächennahen Wasserständen handelt es sich um Schicht-/Grundwasser, das sich innerhalb der sandigeren Zonen der den Talkies überlagernden Schichten sammelt. Diese Grundwasserführung (oberer Aquifer) ist erfahrungsgemäß nur regional und temporär vorhanden und nur von geringer Ergiebigkeit.

Recherchen bei den Fachbehörden ergaben, dass im direkten Umfeld des Bauvorhabens keine Grundwassermessstellen liegen, deren Wasserstände kontinuierlich langfristig beobachtet werden. Ergänzende Recherchen im weiteren Bereich lassen die Folgerung zu, dass im Blautal i.d.R. mit einer Grundwasserschwankung von maximal etwa 2 m zu rechnen ist.

Nach unseren Erhebungen lag im Großraum Ulm im April / Mai 2019 eine niedrige bis mittlere Grundwassersituation vor. Wir empfehlen daher, den **Bemessungswasserstand** inklusive eines Sicherheitszuschlags von 0,3 m gemäß DIN 18533-1:2017-07 auf

491,3 m ü.NN

festzulegen.

Ungefähr auf diesem Niveau ist gemäß dem Daten- und Kartendienst der LUBW auch das 100-jährliche Hochwasser (HQ₁₀₀) an der Blau im betreffenden Bereich anzunehmen.

Ergänzend weisen wir jedoch darauf hin, dass nach den Erfahrungen durch Naturereignisse der letzten 20 Jahre eine steigende Tendenz der Wasserstände zu beobachten ist, so dass bei anhaltendem Trend in Zukunft auch ein höherer Wert nicht auszuschließen ist.

Nach dem Analysenergebnis einer aus der Bohrung KB 1 entnommenen Probe ist das Grundwasser nach DIN 4030 gegenüber Beton als **nicht angreifend** zu bezeichnen (vgl. Anlage 5.2).

6. Bautechnische Folgerungen

6.1 Gründung

Zur besseren Übersicht sind in die Anlagen 2.2 und 2.3 die Oberkante des EG-Fußbodens auf 494,30 m ü.NN und die Unterkante des UG-2-Bodens auf 488,29 m ü.NN eingetragen (vgl. Kapitel 3).

Die planmäßige Gründungssohle kann einige Dezimeter unter dem UG-2-Boden angenommen werden und liegt nach den Aufschlussresultaten somit größtenteils in den bindig-organischen Talfüllungen sowie bei KB 1 noch in den Auffüllungen. Diese Böden sind aufgrund ihrer ungünstigen Konsistenz und ihres organischen Anteils für eine Gründung nicht geeignet. Im Sinne einer einheitlichen, setzungsarmen Gründung wird daher empfohlen, das Bauwerk generell in den Talkiesen zu gründen.

Auch der erfahrungsgemäß darunter folgende Kalkfels, der vermutlich in der Endtiefe von KB 1 erreicht wurde, ist dafür gut geeignet.

Bei der ermittelten Tiefenlage des tragfähigen Baugrunds muss die Gründung über Pfähle, die in die Talkiese einbinden, erfolgen.

Dafür eignen sich insbesondere Bohrpfähle oder eventuell Verpresspfähle, u.a. da diese im Vergleich zu anderen Pfahlarten weitestgehend erschütterungsarm hergestellt werden können.

Bohrpfähle bieten zudem den Vorteil, dass sie als „überschnittene Bohrpfahlwand“ gegebenenfalls auch zum Baugrubenverbau (vgl. Kapitel 9.2) und als Teil der Kellerwand herangezogen werden können.

Die empfohlenen Gründungsarten werden in den nachfolgenden Abschnitten beschrieben.

- Bohrpfähle

Bei Pfahlgründungen gilt, dass gemäß DIN EN 1997-1:2009-09 Verfahren zur Bestimmung des Druckwiderstandes auf der Grundlage von Pfahlprobelastungen und vergleichbarer Erfahrung entwickelt worden sein müssen.

Nach der ergänzenden DIN 1054:2010-12 dürfen die charakteristischen Werte für den Pfahlsitzendruck und die Pfahlmantelreibung auf der Grundlage von Erfahrungswerten bestimmt werden. Diese Werte sind in der Empfehlung EA-Pfähle 2012 enthalten.

Bei Bohrpfählen erfolgt die Lastabtragung in erster Linie über die Pfahlspitze, untergeordnet aber auch über die Mantelreibung. Letztere kann bei Verwendung einer Stahlverrohrung durch eine Ringraumverpressung noch verbessert werden. In den angetroffenen Böden sollte generell eine Verrohrung vorgesehen werden.

Außerdem kann die ungünstige Konsistenz der bindigen Böden nach dem Ziehen der Verrohrung zu einem Austreten der Zementsuspension in diese Schichten führen. Es wird daher empfohlen, ein zusätzliches Hüllrohr zu verwenden oder einen Mehrverbrauch einzukalkulieren.

Bohrpfähle müssen grundsätzlich mindestens 2,5 m in tragfähige Böden (Talkiese) einbinden.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Baugrundverhältnisse während der Herstellung von Bohrpfählen gemäß DIN EN 1536:2010-12 laufend zu dokumentieren sind.

Aufgrund der teilweise mächtigen, in die Talkiese eingelagerten Tallehm-linsen muss zumindest die Herstellung der ersten Bohrpfähle zur Überprüfung und Verifizierung der Baugrundbeschaffenheit in geotechnischer Hinsicht begleitet werden.

Ferner wird empfohlen, die Pfähle nicht in einem Tiefenhorizont zwischen 18 m und 23 m abzusetzen, um die Gefahr des Durchstanzens der Pfähle in die weichen Tallehmlinsen zu minimieren.

Für die Talkiese wird aufgrund der o.g. BDP- und DPH-Ergebnisse und unserer Erfahrung ein Wert für den Spitzenwiderstand der Drucksonde von im Mittel $q_c \geq 25 \text{ MN/m}^2$ angenommen.

Für die **Talkiese** können gemäß Tabelle 5.12 der Empfehlung EA-Pfähle die nachfolgenden Pfahlspitzendrücke $q_{b,k}$ angesetzt werden:

Tabelle 4: charakteristische Pfahlspitzendrücke

bezogene Pfahl- kopfsetzung s/D_s bzw. s/D_b	Pfahlspitzendruck $q_{b,k}$ [MN/m ²] im unverlehmteten Talkies
0,02	2,10
0,03	2,70
0,10 = s_g	5,00

Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Bei Bohrpfählen mit Fußverbreiterung sind die Werte auf 75 % abzumindern.

Für den Bruchwert der Mantelreibung ergibt sich in Anlehnung an Tabelle 5.13 der Empfehlung EA-Pfähle ein Wert von $q_{s,k} = 0,15 \text{ MN/m}^2$ in den **Talkiesen**. Für die übrigen Schichten ist keine Mantelreibung anzusetzen.

Gegebenenfalls muss der Einfluss von negativer Mantelreibung entlang der Pfähle, die innerhalb der bindigen Schichten durch deren Zusammendrücken hervorgerufen werden kann, berücksichtigt werden.

Für die Anwendung der aufgeführten Werte wird vorausgesetzt, dass die Mächtigkeit der tragfähigen Schicht unterhalb der Pfahlfußfläche nicht weniger als vier Pfahldurchmesser (für Pfahldurchmesser bis 0,60 m) bzw. nicht weniger als drei Pfahldurchmesser (für Pfahldurchmesser größer 0,60 m), mindestens aber 1,50 m beträgt.

Entsprechende Empfehlungen zur Herstellung und zur Dimensionierung der Pfähle sind in den einschlägigen Vorschriften enthalten.

Eine horizontale Bettung darf in den oberen Bodenschichten bis zum Talkies nicht angesetzt werden. In den Talkiesen kann, sofern es nur auf die hinreichend zutreffende Ermittlung der Schnittgrößen ankommt, der horizontale Bettungsmodul nach der Gleichung

$$k_{s,k} \approx E_{s,k} / D_s$$

gemäß DIN 1054:2010-12 Abschn. 7.7.3 abgeschätzt werden.

Hierin bedeuten: $k_{s,k}$ charakteristischer Wert des Bettungsmoduls
 $E_{s,k}$ charakteristischer Wert des Steifemoduls
 D_s Pfahlschaftdurchmesser ($D \leq 0,7$ m)

Für die Bemessung der Pfähle sind die entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerte nach DIN EN 1997-1:2009-09 je nach Lastfall zu berücksichtigen.

- Verpress- / Ramppfähle

Alternativ zu den Bohrpfählen kommen auch verpresste Mikropfähle oder Ramppfähle mit kleinem Durchmesser in Betracht.

Beim o.g. Wert für den Spitzenwiderstand der Drucksonde von $q_c \geq 25 \text{ MN/m}^2$ ergibt sich für **verpresste Mikropfähle** (GEWI-Pfähle) in Anlehnung an Tabelle 5.29 der EA-Pfähle ein Wert für die charakteristische Pfahlmantelreibung in den Talkiesen von

$$q_{s1,k} = 0,315 \text{ MN/m}^2.$$

Für die übrigen Böden sollte keine Mantelreibung berücksichtigt werden.

Ein zusätzlicher Pfahlsitzenwiderstand darf nach EA-Pfähle für verpresste Mikropfähle nicht angesetzt werden. Ist mit dem Auftreten von größeren Horizontalkräften zu rechnen, werden außer vertikalen Pfählen auch Schrägpfähle erforderlich.

Die Bemessungswerte aus der Norm bzw. aus den einschlägigen Vorschriften (EA-Pfähle) dürfen erhöht werden, wenn sie über Probelastungen nachgewiesen werden.

Weitere Angaben zur Bemessung und Hinweise zur Ausführung sind in den entsprechenden Normen enthalten. Die Tragfähigkeiten müssen vom Hersteller gewährleistet werden.

Falls **Rohrverpresspfähle** ausgeführt werden sollen, ist unser Büro zur Ausarbeitung der Bemessungswerte heranzuziehen.

Sofern bei der Pfahlherstellung Erschütterungen in Kauf genommen werden können, kommen grundsätzlich auch **duktile Gussrammpfähle** in Frage. Dafür existieren zurzeit keinerlei Richtwerte in der Norm oder in Empfehlungen.

Die entsprechenden Bemessungswerte müssen deshalb von der ausführenden Spezialtiefbaufirma vorgegeben werden, die auch für die Tragfähigkeit garantiert. Ist mit dem Auftreten von größeren Horizontalkräften zu rechnen, werden außer vertikalen Pfählen auch hier Schrägpfähle erforderlich.

Da bei der Pfahlherstellung Erschütterungen auftreten können, sind Beweisungsverfahren im näheren Umfeld durchzuführen.

Die Setzungen aufgrund der Belastungen dürften nach unseren Erfahrungen bei der genannten Gründung über Pfähle gering und daher für das Bauwerk verträglich sein. Angaben zu den möglichen rechnerischen Setzungen müssen durch die Spezialtiefbaufirma abhängig vom Pfahltyp erfolgen.

Bei Ausschreibungen oder Anfragen sollten auch Sondervorschläge zugelassen werden, da entsprechende Fachfirmen über einen großen Erfahrungsschatz verfügen und daher u.U. preiswerte Alternativen anbieten können.

Es wird grundsätzlich empfohlen, das endgültige Gründungskonzept mit unserem Büro abzustimmen.

Zwischen unterschiedlich belasteten Bauteilen sowie Bauteilen, bei denen Lasten zu unterschiedlichen Zeiten im Bauablauf aufgebracht werden, sollten Fugen vorgesehen werden.

Die Aushubsohlen sind generell so wenig wie möglich zu stören und nach dem Aushub vor Witterungseinflüssen zu schützen.

6.2 Auflagerung der untersten Böden

Nach den Aufschlussergebnissen (siehe Anlage 2.2 und 2.3) liegen die tiefsten Fußböden ebenfalls in den bindig-organischen Talfüllungen bzw. noch in den Auffüllungen. Diese Schichten sind auch für eine direkte Fußboden-Auflagerung nicht geeignet. Insbesondere die organischen Schichten neigen langfristig zu erheblichen Setzungen.

Deshalb wird empfohlen, die tiefsten Fußböden punktgestützt freitragend auf die Gründungselemente aufzulagern.

6.3 Verkehrsflächen

Nach den Planunterlagen ist vermutlich nördlich des Neubaus, d.h. entlang der Straßenböschung, eine Verkehrsfläche geplant. Diese ist voraussichtlich in die Belastungsklasse Bk1,0 bis Bk1,8 (nicht ständig vom Schwerverkehr genutzte Flächen) nach den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen (RStO 12) einzustufen. Gemäß RStO resultiert daraus eine Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus von maximal 60 cm (bei bindigen Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F3 gemäß ZTV E-StB 17).

Da nach den Schnitten im betreffenden Bereich ohnehin eine Anschüttung von mindestens 1,5 m geplant ist, sind keine Zusatzmaßnahmen erforderlich.

Falls dennoch auf dem Erdplanum (unter dem Straßenkörper) bindige Böden anstehen, wird empfohlen, einen zusätzlichen teilweisen Bodenaustausch durchzuführen. Dabei werden die ungünstigen Schichten unter dem geplanten Straßenkoffer ausgetauscht und durch verdichtungswilliges Material ersetzt. Die Dicke sollte mindestens 0,2 m betragen, so dass eine Gesamtmächtigkeit von 0,8 m (einschließlich der gebundenen Schichten) resultiert.

Sowohl das Austausch- als auch das Anschüttmaterial muss den Bodengruppen GW oder GU nach DIN 18196 (z.B. Kiessand, Kalkschotter, Beton-Recycling-Baustoff o.ä.) entsprechen und darf keine Steine mit Durchmesser über 150 mm aufweisen. Der Einbau hat lagenweise (max. 0,3 m) und mit geeignetem Gerät verdichtet zu erfolgen.

Grundsätzlich ist darauf zu achten, dass keine Änderung der Beschaffenheit (z.B. durch Wasserzutritt oder Befahren) der anstehenden Böden auftritt.

Es wird empfohlen, die Tragfähigkeit des Planums noch während der Bauausführung mit Plattendruckversuchen zu prüfen.

7. Durchfeuchtungsschutz

Wie in Kapitel 5 ausgeführt, wird empfohlen, den Bemessungswasserstand (inkl. Sicherheitszuschlag) auf 491,3 m ü.NN anzusetzen.

Zumindest für die tieferreichenden Teile des Neubaus ist damit eine Abdichtung gegen von außen drückendes Wasser (Klasse W2.2-E nach DIN 18533-1, entsprechend Teil 6 der ehemals gültigen DIN 18195) erforderlich.

Alternativ dazu ist das Untergeschoss druckwasserdicht als "weiße Wanne" auszuführen.

Für die oberhalb des Bemessungswasserstands liegenden Bauteile ist auch eine Abdichtung gegen Bodenfeuchtigkeit (Klasse W1-E nach DIN 18533-1, entsprechend Teil 4 der ehemals gültigen DIN 18195) ausreichend, wenn sich in den Arbeitsräumen darüber kein Oberflächenwasser (Niederschläge) aufstauen kann.

Dazu sind die Arbeitsräume mit durchlässigem Material zu verfüllen und mittels einer ausreichend dimensionierten Drainage zu entwässern. Entsprechende Ausführungsanleitungen dazu sind u.a. der DIN 4095 mit Beiblatt zu entnehmen. Zum Schutz gegen eindringendes Oberflächenwasser (Niederschläge) können die Arbeitsräume zusätzlich oben versiegelt werden.

8. Allgemeine Angaben zur Auftriebssicherung

Nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) ist die Standsicherheit eines Tragwerks gegenüber einem Aufschwimmen dadurch zu prüfen, dass die ständigen stabilisierenden Einwirkungen (z.B. Gewicht und Wandreibung) den ständigen und veränderlichen destabilisierenden Einwirkungen des Grundwassers gegenübergestellt werden. Die entsprechende Nachweisführung kann der o.g. Norm (Kapitel 10) entnommen werden. Es sind darüber hinaus die maßgebenden Teilsicherheitsbeiwerte nach DIN 1054:2010-12 zu berücksichtigen.

Falls die Auftriebssicherung - v.a. während der Bauphase - durch das Eigengewicht nicht gewährleistet ist, sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich.

Änderungen in der Höhenlage, z.B. durch Anheben der Bauteile sowie Drainagen mit entsprechenden Ableitungs- oder Flutungsmöglichkeiten dürften hierbei jedoch nicht in Frage kommen. Für eine zusätzliche Auftriebssicherung eignet sich vielmehr eine Erhöhung des Eigengewichtes (z.B. durch Verstärkung der Sohle, Erdauflast, o.ä.).

Eine weitere Möglichkeit stellen Zuganker und Zugpfähle dar. Sofern die Auftriebssicherung damit erreicht werden soll, ist darauf zu achten, dass nur bauaufsichtlich zugelassene Systeme mit einwandfreiem Korrosionsschutz verwendet werden. Außerdem ist deren Tragfähigkeit grundsätzlich durch Probelastungen nachzuweisen.

Während des Bauzustandes kann u.U. auch eine Flutung in Betracht gezogen werden.

9. Hinweise für die Bauausführung

9.1 Homogenbereiche

Gemäß dem Ergänzungsband 2015 der VOB/C wurde die bisher gültige DIN 18300:2012 (Boden- und Felsklassen) durch die neue DIN 18300:2015 ersetzt.

Danach sind die im Baufeld anstehenden Bodenschichten entsprechend ihrer Eigenschaften für die Ausschreibung verschiedener Gewerke in Homogenbereiche einzuteilen.

Ein Homogenbereich ist dabei ein räumlich begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Bodenschichten, der für die eingesetzten Geräte oder gewerkspezifischen Arbeiten vergleichbare Eigenschaften aufweist.

Der Schwerpunkt der Bestimmung eines Homogenbereichs liegt nach dem Ergänzungsband 2015 auf der Bearbeitbarkeit innerhalb eines Gewerkes mit einem Gerät oder einer bestimmten Arbeitsweise. Die Homogenbereiche werden durch gewerkspezifisch relevante bodenmechanische Eigenschaften und Kennwerte charakterisiert. Diese sind in Form von Bandbreiten anzugeben.

Zum Zeitpunkt der Anfertigung des vorliegenden Gutachtens sind nach aktuellem Stand der Planung als allgemeine technische Vertragsbedingung für die Ausschreibung und Durchführung die DIN 18300:2015-09 „Erdarbeiten“ und die DIN 18301:2015-09 „Bohrarbeiten“ relevant.

Auf Grundlage der o.g. normativen Vorgaben sowie der bei der Bauausführung nach aktueller Planung notwendigen Gewerke und der vorliegenden Untersuchungen wird der Baugrund in die vorläufigen zwei Homogenbereiche laut Tabelle 5 eingeteilt. Grundsätzlich erfolgt die Einteilung der Homogenbereiche gemäß den erkundeten Schichten.

Folgende Homogenbereiche wurden definiert:

- B1: bindig-organische Talfüllungen, Tallehmlinsen und schluffige Auffüllungen
- B2: Talkiese, Talsande und kiesige Auffüllungen

Die Eigenschaften der Homogenbereiche können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden. Ergänzend sind darin informativ auch noch die Zuordnungen nach der ehemals gültigen DIN 18300:2012 in Boden- und Felsklassen sowie nach der DIN 18301:2006 in Bohrklassen enthalten.

Tab. 5: vorläufige Homogenbereiche nach DIN 18300 und DIN 18301 für **Boden**

	DIN 18300	DIN 18301	Homogenbereich B1	Homogenbereich B2
ortsübliche Bezeichnung	x	x	bindig-organische Talfüllungen / Tallehmlinsen / schluffige Auffüllungen	Talkiese / Talsande / kiesige Auffüllungen
Korngrößenverteilung mit Körnungsbändern nach DIN 18123	x	x	nicht bestimmt	s. Anlage 4
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	x	x	< 5 % ²⁾	< 5 - 30 % ²⁾
Wassergehalt [%] nach DIN EN ISO 17892-1	x	x	20 bis 50 ²⁾	-
Plastizitätszahl [%] nach DIN 18122-1	x	x	5 bis 30 ²⁾	-
Konsistenzzahl [-] nach DIN 18122-1	x	x	0,2 bis 1,1 ²⁾	-
Lagerungsdichte (Definition nach DIN EN ISO 14688-2, Bestimmung nach DIN 18126)	x	x	-	mitteldicht bis sehr dicht ²⁾
Dichte [g/cm ³] nach DIN EN ISO 17892-2 oder DIN 18125-2	x		1,0 bis 1,9 ²⁾	1,7 bis 2,3 ²⁾
organischer Anteil [%] nach DIN 18128	x		< 5 bis 80 ²⁾	< 5 ²⁾
Bodengruppe nach DIN 18196	x	x	SU*/UL/UM/TL/TM/OU/HN	GW/GU/GU*/SU
Bodenklasse nach ehem. gültiger DIN 18300:2012			2 / 4	3 / 4
Bohrklasse nach ehem. gültiger DIN 18301:2006			BB 1 / BB 2 und BO 1 / BO 2	BN 1 / BN 2 und BS 1 / BS 3
¹⁾ auf der Grundlage von Laborversuchen				
²⁾ auf der Grundlage von Erfahrungswerten				

9.2 Baugrube

Für die Durchführung der Baumaßnahme ist eine Baugrube mit einer Tiefe von bis zu etwa 4,5 m erforderlich.

Soweit es die Platzverhältnisse erlauben, kann die Baugrube frei geböschet werden. Dabei sollte in Anlehnung an DIN 4124 ein Böschungswinkel von 45° nicht überschritten werden. Bei ungünstigen Bodenverhältnissen (z.B. weiche Schichten) oder bei Wasserzutritt kann eine Abflachung erforderlich werden.

Grundsätzlich muss beachtet werden, dass die Standsicherheit von Böschungen durch besondere örtliche Gegebenheiten, Witterungseinflüsse sowie den Baustellenbetrieb beeinträchtigt werden kann. Ferner sind Verkehrs-, Stapel- und Kranlasten zu berücksichtigen.

Voraussichtlich muss die Baugrube aber zumindest teilweise aufgrund der Platzverhältnisse sowie wegen des Grundwassereinflusses verbaut werden. Eventuell kommt auch eine Kombination aus freier Böschung und Verbau in Betracht.

Verbauarten, die mit einer erheblichen dynamischen Beanspruchung der umgebenden Bausubstanz verbunden sind, müssen vorab auf ihre Verträglichkeit geprüft werden, kommen aber vermutlich nicht in Frage.

Insbesondere, wenn benachbarte Gebäude in den ungünstigen oberen Schichten gegründet wurden, reagieren sie auf Erschütterungen sehr empfindlich. In diesem Fall muss für die Baugrube eine Verbauart gewählt werden, die mit so gering wie möglichen dynamischen Beanspruchungen verbunden ist.

Für den Verbau eignet sich insbesondere eine Trägerbohlwand („Berliner Verbau“) oder auch eine erschütterungsarm einvibrierte Spundwand. Alternativ ist eine überschnittene Bohrpfehlwand möglich, die gegebenenfalls zur Gründung mit herangezogen werden kann.

Bei einer Trägerbohlwand werden Stahlträger vertikal in den Untergrund eingebracht und mit Holzbohlen oder bewehrtem Spritzbeton ausgefacht. Bei Ausbrüchen bis zum Aufbringen der Spritzbetonschale sind Absackungen und Setzungen an der Geländeoberfläche nicht auszuschließen. Aus diesem Grund sind die Träger bzw. Spundbohlen kraftschlüssig gegen den Untergrund einzubauen.

Die Einbindetiefe der Verbauelemente dürfte von der Obergrenze der Talkiese bestimmt werden, in die die Profile einbinden müssen.

Es ist außerdem zu prüfen, ob eine Rückverankerung oder eine innere Aussteifung über Stützen notwendig ist. Die Anker müssen bis in die Talkiese reichen.

Dort, wo der Verbau unmittelbar an bestehende Bauwerke bzw. Verkehrsflächen, in denen Versorgungsleitungen verlegt sind, grenzt, ist er weitgehend unverschieblich mit erhöhtem aktiven Erddruck zu bemessen. In nicht bebauten Abschnitten, bei denen geringe Verschiebungen tolerierbar sein dürften, kann der aktive Erddruck angesetzt werden.

Für die Bemessung des Verbaus können die in Tabelle 2 angegebenen Bodenkennwerte herangezogen werden.

Abstände, Profilbemessung, Ausfachung, Sicherheiten, etc. sind grundbautechnisch zu bewerten und statisch nachzuweisen. Die rechnerischen Ansätze sind erforderlichenfalls mit dem Gutachter abzustimmen.

Generell werden Beweissicherungsverfahren am Bestand in der angrenzenden Umgebung vor Beginn der Bauarbeiten empfohlen.

Ergänzend ist auf die Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“, die von der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau herausgegeben wurden sowie auf die Sicherheitsvorschriften der Tiefbau-Berufsgenossenschaft hinzuweisen.

9.3 Wasserhaltung

Die Baugrubensohle dürfte bis ca. 3 m unter dem in Kapitel 5 genannten Bemessungswasserstand (ohne Sicherheitszuschlag) liegen. Somit kann sich die Notwendigkeit einer Grundwasserabsenkung ergeben, die bis zu diesem Extremwert reichen kann.

Da es sich beim tieferen Aquifer um gespanntes Grundwasser handelt, besteht die Möglichkeit, dass das Wasser erst allmählich durch den Überdruck in der Sohle austritt. Um ein hydraulisches Aufbrechen/Aufschwimmen der Baugrubensohle infolge des gespannten Grundwassers zu vermeiden, ist die Sohle laufend zu kontrollieren. Gegebenenfalls sind Entlastungsbrunnen vorzusehen.

Beim oberen Aquifer handelt es sich um Grundwasser, das innerhalb von bindigen Schichten zirkuliert. Daher dürfte hierfür eine offene Wasserhaltung möglich sein. Über die zu erwartenden Wassermengen können anhand der durchgeführten Feldversuche aber keine Angaben gemacht werden.

Anfallendes Oberflächenwasser ist in jedem Fall sofort zu fassen und schadlos im Einvernehmen mit den zuständigen Behörden abzuleiten. Alle Wasserhaltungsmaßnahmen und Einleitungen bedürfen grundsätzlich einer behördlichen Genehmigung.

Es wird empfohlen, mit den fachlich Beteiligten zunächst die konkrete Planung für die Bauausführung (Baugrubenverbau) und Wasserhaltung abzustimmen. Auf dieser Grundlage kann dann ein Antrag zur Bauwasserhaltung bei der Fachbehörde eingereicht werden.

9.4 Sonstige Hinweise

Mit Ausnahme der Kiese sind alle angetroffenen Böden empfindlich gegen dynamische Beanspruchungen, z.B. durch Befahren während des Baustellenbetriebs.

Durch ein geeignetes Aushubverfahren (rückschreitende Arbeitsweise) ist sicherzustellen, dass die Sohle in diesen Schichten nicht gestört wird. Des Weiteren wird empfohlen, für die Bohrgeräte ein Arbeitsplanum herzustellen. Dafür sollte kantiges Material der Bodengruppen GW oder GU nach DIN 18196 (z.B. Kalkschotter) mit einer Mächtigkeit von mindestens 0,4 m eingebaut und verdichtet werden.

Die oben genannten Böden sind zudem witterungsempfindlich und müssen daher vor Frost und Niederschlägen geschützt werden. Falls eine entsprechende Witterung zu erwarten ist, sind Maßnahmen vorzusehen, die die fertiggestellten Bauteile entsprechend schützen (Abdecken, Überschütten). Wenn dennoch Bereiche durchweicht sind, müssen diese gegen verdichtungsfähiges Bodenmaterial ausgetauscht werden.

10. Beurteilung der Versickerungsmöglichkeit

An einer Probe aus den Talkiesen wurde die Korngrößenverteilung bestimmt (siehe Anlage 4). Die übrigen Böden wurden nicht untersucht, da sie erfahrungsgemäß deutlich schlechter durchlässig sind.

Anhand der Körnungslinie wurde ein vertikaler Durchlässigkeitsbeiwert in der gesättigten Zone von

$$k_f = 5,3 \times 10^{-4} \text{ m/s}$$

errechnet.

Die untersuchten Talkiese sind somit als „stark durchlässiger“ Untergrund ($k_f > 10^{-4}$ bis 10^{-2} m/s) nach DIN 18130 einzustufen.

Im DWA-Regelwerk (Arbeitsblatt DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser) ist eine Anforderung von k_f höchstens 1×10^{-3} m/s und mindestens 1×10^{-6} m/s genannt.

Sie wird nach den Ergebnissen der Laborversuche in den Talkiesen eingehalten, d.h. dort ist aufgrund der Durchlässigkeit eine Versickerung möglich.

Allerdings stehen die sickerfähigen Schichten nach den Feldversuchsergebnissen erst ab einer Tiefe von ca. 12 m bis 13 m unter Gelände an, so dass bautechnisch keine Sickeranlage möglich ist. Darüber hinaus ist eine Versickerung in dem gespannten Grundwasserleiter der Talkiese erfahrungsgemäß nicht erlaubt.

11. Umwelttechnische Beurteilung

Aus den Auffüllungen der beiden Bohrungen KB 1 und KB 2 wurden die Mischproben M 1.1 und M 2.1 erstellt und zur umweltchemischen Analyse in das Labor BVU, Markt Rettenbach verschickt. Die Proben wurden auf die Parameter der VwV (Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial; in Kraft getreten am 14. März 2007; Gültigkeit verlängert bis zum 31. Dezember 2019) untersucht und ausgewertet. Die vollständigen Analysenergebnisse sind in der Anlage 5.1 enthalten.

Bei beiden Proben handelte es sich um Auffüllungen, die aus kiesig-tonigen, teils sandig-steinigen Schluffen bzw. sandig-schluffigen, z.T. steinigen Kiesen bestanden (siehe Bilder 1 bis 5). Sie enthielten stellenweise Beton- oder Ziegelreste, deren Anteil $\leq 20\%$ betrug. Organoleptische Auffälligkeiten (z.B. Fremdgeruch) waren nicht wahrnehmbar.

Nach den Laborergebnissen sind die untersuchten Mischproben als Z0-Material einzustufen. Aufgrund des Bauschuttanteils ist das Material jedoch nach der VwV als $\geq Z1.1$ zu bewerten.

Wir weisen allerdings darauf hin, dass die durchgeführten umwelttechnischen Beprobungen und Untersuchungen nur einer ersten Einschätzung dienen können und nicht repräsentativ für die gesamte Fläche sind.



Bild 1: Bodenprofil bei KB 1 (0 – 3 m)



Bild 2: Bodenprofil bei KB 1 (3 – 6 m)



Bild 3: Bodenprofil bei KB 1 (6 – 9 m)



Bild 4: Bodenprofil bei KB 2 (0 – 3 m)



Bild 5: Bodenprofil bei KB 2 (3 – 6 m)

12. Schlussbemerkung

Das vorliegende Gutachten beschreibt die bei den Untersuchungsarbeiten festgestellten Untergrund- und Grundwasserverhältnisse in geo-/umwelttechnischer und grundbautechnischer Hinsicht. Die fachtechnischen Aussagen beziehen sich auf den uns zum Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens bekannten Stand der Planung.

Falls sich im Zuge der weiteren Planung oder Bauausführung noch geo- oder umwelttechnische Fragen ergeben, bitten wir unser Büro beratend einzuschalten.

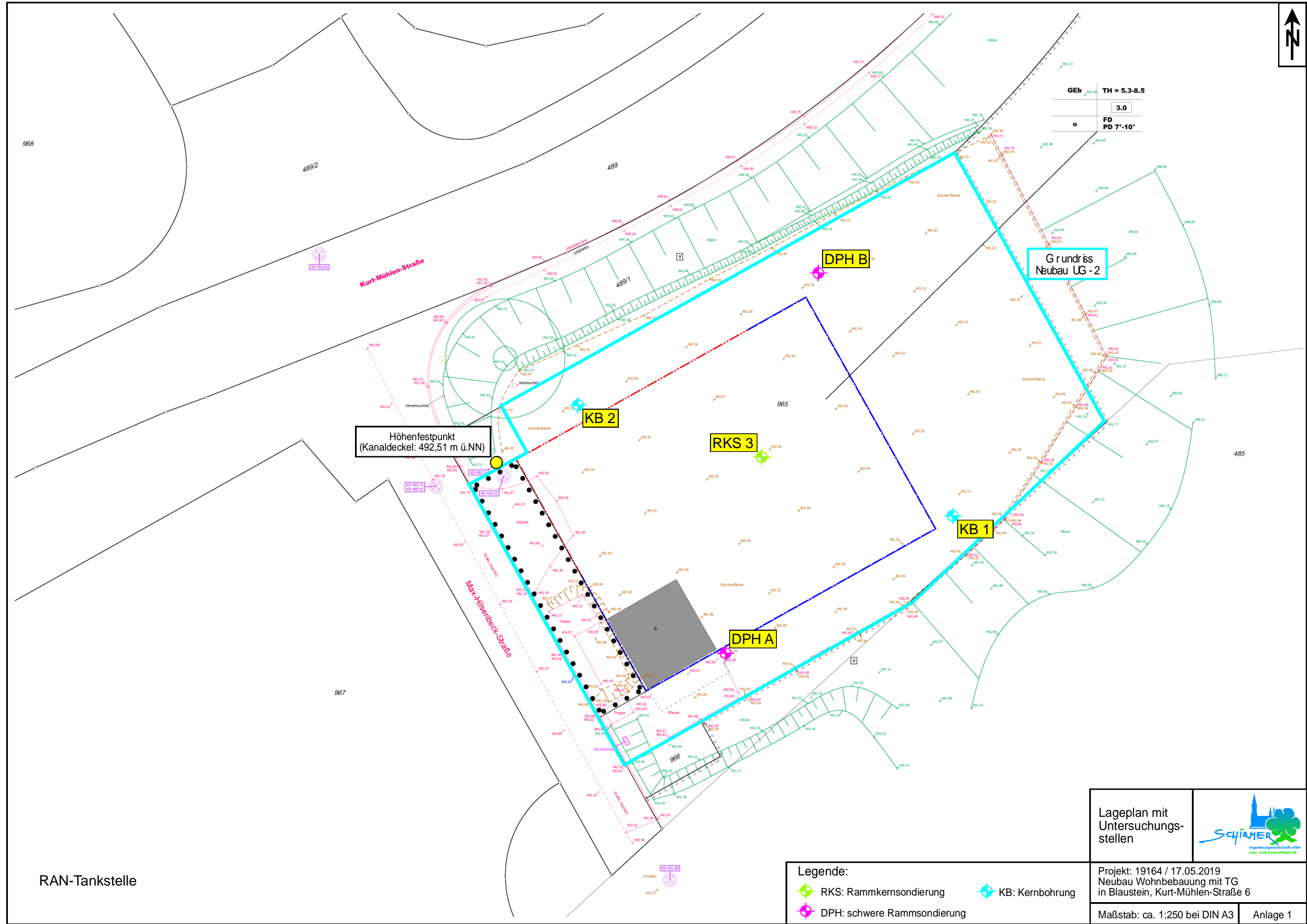
SCHIRMER - Ingenieurgesellschaft mbH

- gez. *D. Schirmer* -

(Dipl.-Ing. D. Schirmer)



GEb	TH = 5.3-8.5
	3.0
o	FD PD 7'-10'



Höhenfestpunkt
(Kanaldeckel: 492,51 m ü.NN)

Grundriss
Neubau UG - 2

KB 2

RKS 3

KB 1

DPH A

DPH B

RAN-Tankstelle

Legende:

- RKS: Rammkernsondierung
- KB: Kernbohrung
- DPH: schwere Rammsondierung

Lageplan mit
Untersuchungs-
stellen



Projekt: 19164 / 17.05.2019
Neubau Wohnbebauung mit TG
in Blaustein, Kurt-Mühlen-Straße 6

Maßstab: ca. 1:250 bei DIN A3

Anlage 1

Benennung	Kurzzeichen		Signatur
	Bodenart	Beimengung	
Auffüllung	A	-	A
Mutterboden	Mu	-	Mu
Kies	G	g	
Sand	S	s	
Schluff	U	u	
Ton	T	t	
Steine	X	x	
Blöcke	Y	y	
organische Beimengung	-	o	
Fels, verwittert	Zv	-	Zv
Fels, allgemein	Z	-	Z
Sandstein	Sst	-	Z•
Schluffstein	Ust	-	Z△
Tonstein	Tst	-	Z-
Mergelstein	Mst	-	Z-I
Kalkstein	Kst	-	ZI
Kalktuffstein	Ktst	-	ZII
Torf, Humus	H	h	
Faulschlamm	F	-	

Künstlicher Aufschluss
SCH = Schürfgrube KB = Erkundungsbohrung RKS = Rammkernsondierung GWM = Grundwassermessstelle DPH = schwere Rammsondierung n. DIN 4094

Konsistenz
= breiig = nass = weich = steif = halbfest = fest

Grundwasserspiegel
Grundwasser angetroffen Grundwasser nach Beendigung des Aufschlusses Ruhewasserstand in einer Grundwassermessstelle

Probenentnahme
D / G = Dose / Glas E / K = Eimer / Kübel

Beimengung
Darstellung einer "schwachen" Beimengung durch [] einer "starken" Beimengung durch [*] hinter dem Kurzzeichen.

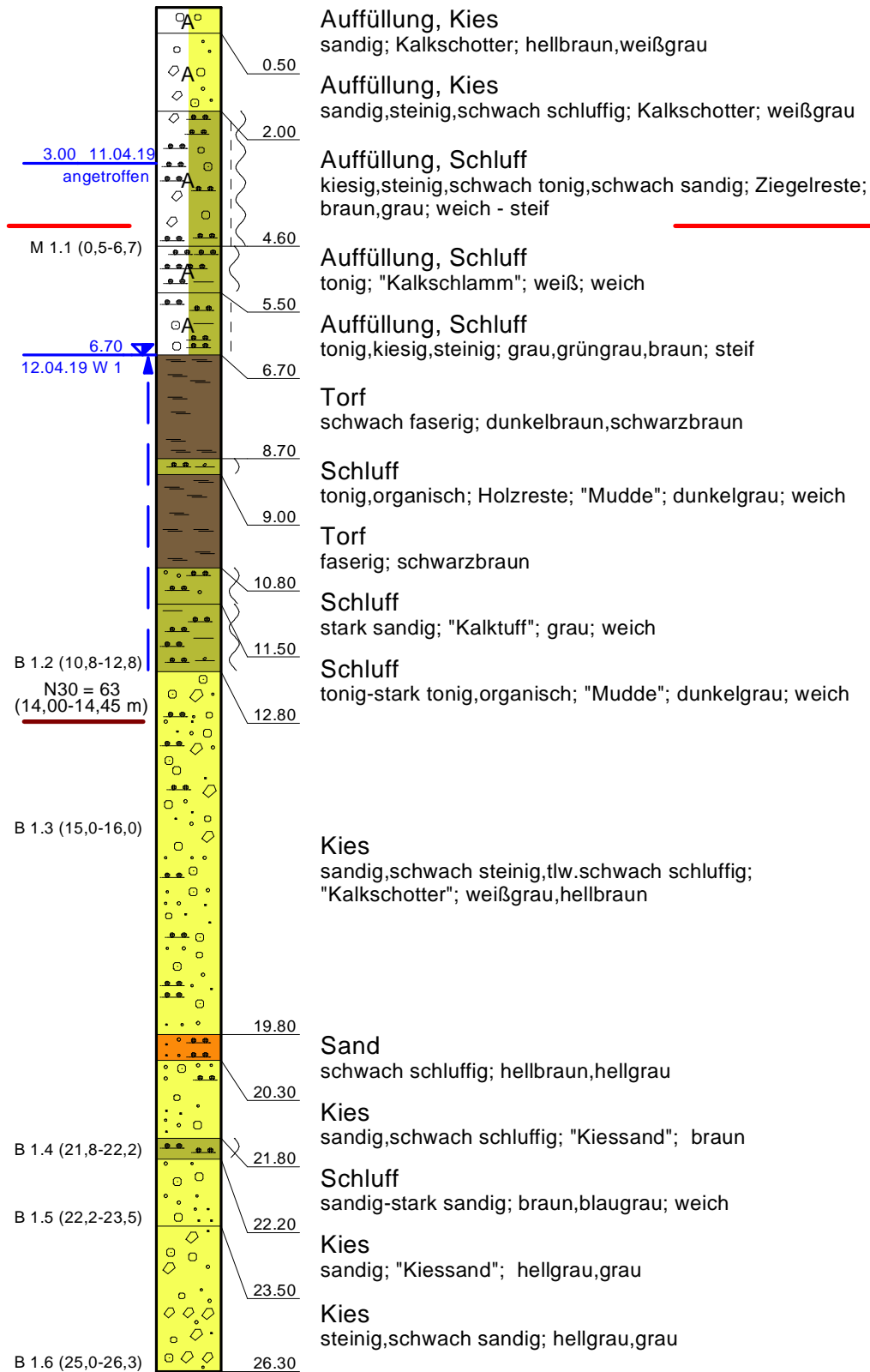
Legende zu den Bodenprofilen nach DIN 18122



Projekt: 19164 / 17.05.2019
Neubau Wohnbebauung mit TG
in Blaustein, Kurt-Mühlen-Straße 6

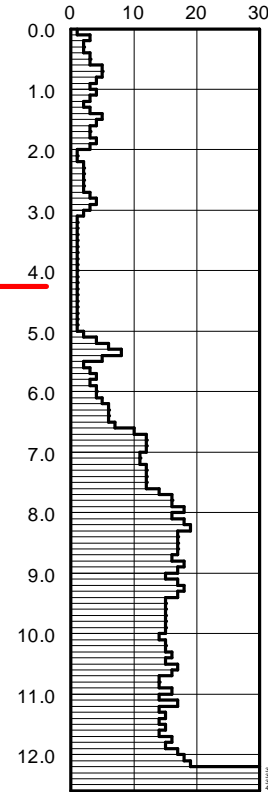
KB 1

492,50 m ü.NN



DPH A

492,55 m ü.NN
Schlagzahlen je 10 cm

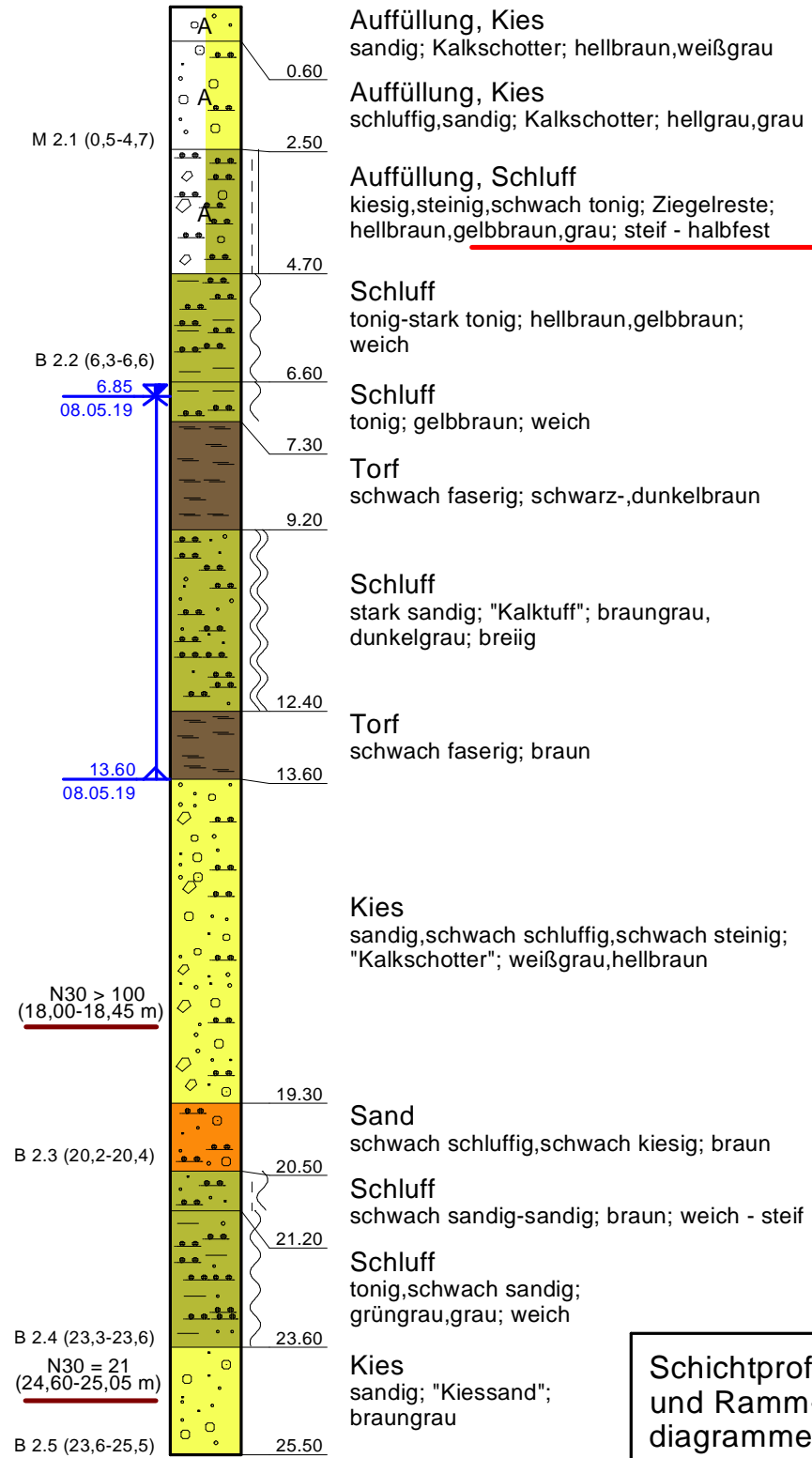


Oberkante Fußboden EG
(494,30 m ü.NN / +/-0,00 m)

Unterkante Bodenplatte UG-2
(488,29 m ü.NN / -6,01 m)

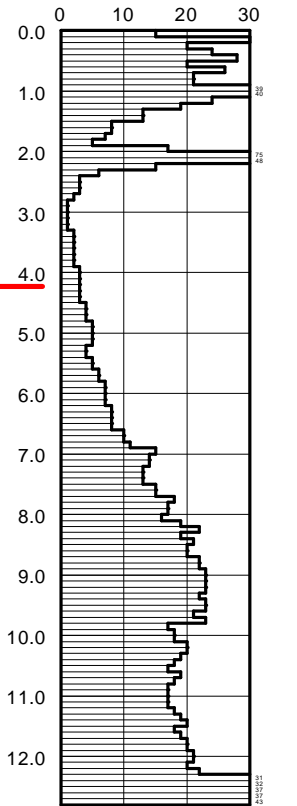
KB 2

492,52 m ü.NN



DPH B

492,52 m ü.NN
Schlagzahlen je 10 cm



Schichtprofile
und Ramm-
diagramme



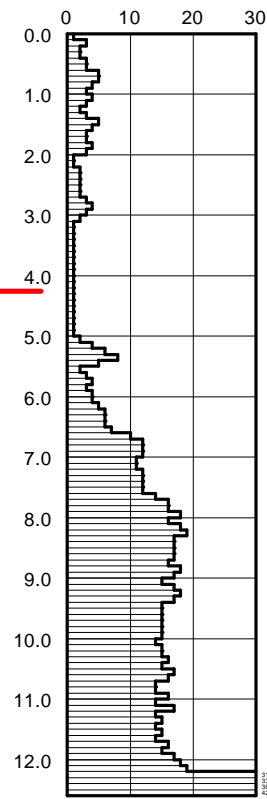
Projekt: 19164 / 17.05.2019
Neubau Wohnbebauung mit TG
in Blaustein, Kurt-Mühlen-Straße 6

Höhenmaßstab ca. 1:125 bei A3 | Anlage 2.2

Bohrlochrammsondierung mit N30-Schlagzahl und Tiefe

DPH A

492,55 m ü.NN
Schlagzahlen je 10 cm

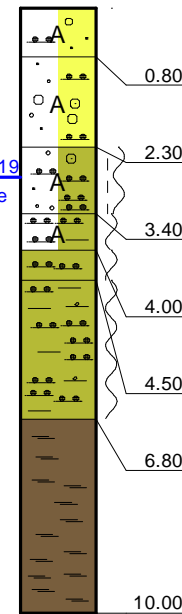


Oberkante Fußboden EG
(494,30 m ü.NN / +/-0,00 m)

RKS 3

492,56 m ü.NN

2.80 21.03.19
nach Sondierende



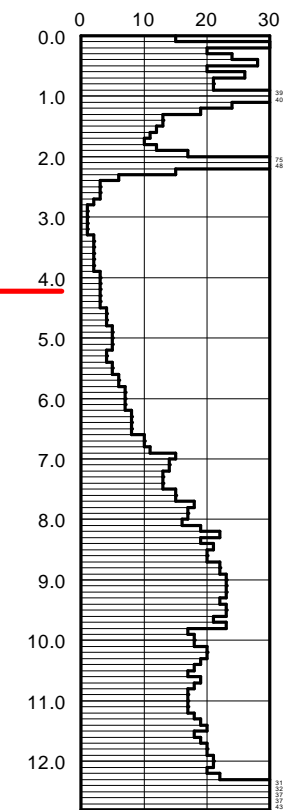
Unterkante Bodenplatte UG-2
(488,29 m ü.NN / -6,01 m)

- 0.80 Auffüllung, Kies
sandig, schwach schluffig; Kalkschotter; weißgrau
- 2.30 Auffüllung, Kies
schluffig, sandig; Kalkschotter; Betonreste; hellgrau
- 3.40 Auffüllung, Schluff
stark kiesig, schwach sandig; braungrau; weich - steif
- 4.00 Auffüllung, Schluff
tonig, schwach kiesig; braun; weich
- 4.50 Schluff
sandig, schwach tonig; braun; weich
- 6.80 Schluff
tonig, organisch; "Mudde"; braun, dunkelbraun; weich
- Torf
faserig; schwarzbraun

kein weiterer Sondierfortschritt!

DPH B

492,52 m ü.NN
Schlagzahlen je 10 cm



Schichtprofil
und Ramm-
diagramme



Projekt: 19164 / 17.05.2019
Neubau Wohnbebauung mit TG
in Blaustein, Kurt-Mühlen-Straße 6

Höhenmaßstab ca. 1:125 bei A3 | Anlage 2.3

ausführende Firma:

Geo-Bohrtechnik GmbH
Daloser Weg 6
89134 Bermaringen


Schichten-
verzeichnisse
für die Bohrungen
KB 1 und KB 3




Projekt: 19164 / 17.05.2019
Neubau Wohnbebauung mit TG
in Blaustein, Kurt-Mühlen-Straße 6

Anlage 3


SCHICHTENVERZEICHNIS

Baustelle: <i>Blaustein Auto Turz</i>		 GEO-BOHRTECHNIK				
Blatt Nr.: 1	Bodenaufschluss Nr.: <i>UB 1</i>					
ausgeführt am: <i>11.4.19</i> bis: <i>7.5.19</i>	Aufschlussart Rammkernbohrung <i>x</i> Seilkernbohrung	von m <i>0,0</i>	bis m <i>26,30</i>	Ø mm <i>220</i>	verbohrt bis <i>26,30</i>	
Höhe des Ansatzpunktes zu NN/Vergl.-Höhe m Wasser erreicht am: <i>11.4.19</i> bei: <i>3,0</i> m Tiefe unter Ansatzpunkt = <i>604</i> m ü. NN/Vergl.-Höhe Wasser eingespielt am: bei: m Tiefe unter Ansatzpunkt = Wasserbeobachtung <i>im hies 2. Wasser 12.4.19 Wsi: 6,70004</i>						
a) Bis ... m unter Ansatzpunkt	a1) Benennung und Beschreibung der Schicht		Bodenfeuchte, Wasserführung:	Entnommene Proben		
	a2) Ergänzende Bemerkung			Feststellungen beim Bohren:	Art	Nr.
b) Mächtigkeit in m	b) Beschaffenheit gemäß Bohrgut	c) Beschaffenheit gem. Bohrvorgang	d) Farbe			
	f) Ortsübliche Bezeichnung	g) Geologische Bezeichnung	h) Gruppe e) Kalkgehalt			
1	2		3	4	5	6
a) <i>0,50</i>	a1) <i>Schluff</i>		<i>VR 220 Ø</i>	<i>Schluff</i>		
	a2)					
b) <i>0,50</i>	b)	c) <i>m</i>	d) <i>Hellbraun</i>			
	f)	g)	h) e)			
a) <i>1,50</i>	a1) <i>M, x', S (abgefüllt)</i>		<i>VR 220 Ø</i>	<i>Schluff</i>		
	a2)					
b) <i>1,0</i>	b) <i>sf</i>	c) <i>m</i>	d) <i>deundelgr.</i>			
	f)	g)	h) e)			
a) <i>2,0</i>	a1) <i>G, mG', S' (abgefüllt)</i>		<i>VR 220 Ø</i>	<i>Schluff</i>		
	a2)					
b) <i>0,50</i>	b) <i>mittel dick</i>	c) <i>m</i>	d) <i>deundelgr</i>			
	f)	g)	h) e)			
a) <i>3,50</i>	a1) <i>M, x', S' (abgefüllt)</i>		<i>VR 220 Ø</i>	<i>Schluff</i>		
	a2) <i>Ziegelv.</i>					
b) <i>1,50</i>	b) <i>sf-fs</i>	c) <i>m</i>	d) <i>deundelbraun</i>			
	f)	g)	h) e)			
a) <i>4,60</i>	a1) <i>M, FS</i>		<i>VR 220 Ø</i>	<i>Schluff</i>		
	a2)					
b) <i>1,10</i>	b) <i>weiß</i>	c) <i>l</i>	d) <i>gelbbraun</i>			
	f)	g)	h) e)			


SCHICHTENVERZEICHNIS

Baustelle: <i>Blaustein Ando Tuz</i>				 GEO-BOHRTECHNIK			
Blatt Nr.: <i>2</i>		Bodenaufschluss Nr.: <i>431</i>					
ausgeführt am: <i>11.4.19</i> bis: <i>7.5.19</i>							
a) Bis ... m unter Ansatzpunkt	a1) Benennung und Beschreibung der Schicht			Bodenfeuchte, Wasserführung:	Entnommene Proben		
	a2) Ergänzende Bemerkung				Feststellungen beim Bohren:	Art	Nr.
b) Mächtigkeit in m	b) Beschaffenheit gemäß Bohrgut	c) Beschaffenheit gem. Bohrvorgang	d) Farbe	Bohrwerkzeuge:			
	f) Ortsübliche Bezeichnung	g) Geologische Bezeichnung	h) Gruppe		e) Kalkgehalt		
1	2			3	4	5	6
<i>6,70</i>	<i>M, FS'</i>			<i>VR 220 Ø</i>	<i>Schappe</i>		
<i>1,10</i>	<i>Sief</i>	<i>m</i>	<i>deerdgelb</i>				
<i>10,80</i>	<i>Torf</i>			<i>VR 220 Ø</i>	<i>Schappe</i>		
<i>4,10</i>	<i>weiß</i>	<i>m</i>	<i>Schwarz-grau</i>				
<i>11,50</i>	<i>S, G'</i>			<i>VR 220 Ø</i>	<i>Schappe</i>		
<i>0,70</i>	<i>mittel d. H</i>	<i>m</i>	<i>hellgrau</i>				
<i>13,80</i>	<i>M, t'</i>			<i>VR 220 Ø</i>	<i>Schappe</i>		
<i>1,30</i>	<i>erd</i>	<i>m</i>	<i>deerdgelb</i>				
<i>19,80</i>	<i>G, gG, t', s'</i>			<i>Schappe</i>	<i>SPT</i>	<i>1</i>	<i>14,0 m</i>
<i>7</i>	<i>dicht</i>	<i>m-s</i>	<i>weißgelb</i>				<i>15 = 10</i>
<i>20</i>	<i>S, s, g, t</i>			<i>Schappe</i>			<i>30 = 25</i>
<i>0,20</i>	<i>verpackt</i>	<i>s</i>	<i>weiß</i>				<i>45 = 38</i>


SCHICHTENVERZEICHNIS

Baustelle: Blaustein Auto Tutz								
Blatt Nr.: 3		Bodenaufschluss Nr.: KBA1						
ausgeführt am: 11.4.19				bis: 7.5.19				
a) Bis ... m unter Ansatzpunkt	a1) Benennung und Beschreibung der Schicht			Bodenfeuchte, Wasserführung:	Entnommene Proben			
	a2) Ergänzende Bemerkung				Feststellungen beim Bohren: Bohrwerkzeuge: Sonstiges:	Art	Nr.	Tiefe in m (Unterkante)
b) Mächtigkeit in m	b) Beschaffenheit gemäß Bohrgut	c) Beschaffenheit gem. Bohrvorgang	d) Farbe	h) Gruppe				
	f) Ortsübliche Bezeichnung	g) Geologische Bezeichnung						
1	2			3				
a) 20,30	a1) Sils			Schlupf				
	a2)							
b) 0,30	b) /	c) m	d) gelbl					
	f)	g)	h)	e)				
a) 21,00	a1) G, fg, t			Schlupf				
	a2)							
b) 0,70	b) gerundet	c) m	d) gelb-weiß					
	f)	g)	h)	e)				
a) 21,80	a1) G, fg, t x			Schlupf				
	a2)							
b) 0,80	b) dicht	c) m	d) gelb					
	f)	g)	h)	e)				
a) 22,20	a1) Sils, t			Schlupf				
	a2)							
b) 0,40	b) w	c) l	d) gelb-blau					
	f)	g)	h)	e)				
a) 23,50	a1) G, fg-mg, s			Schlamm- pumpe				
	a2)							
b) 1,30	b) gerundet	c) m-l	d) gelb					
	f)	g)	h)	e)				
a) 26,30	a1) G, gg-mg			Schlamm- pumpe				
	a2)							
b) 2,80	b) gerundet	c) l-m	d) gelb					
	f)	g)	h)	e)				


SCHICHTENVERZEICHNIS

Baustelle: <i>Blastein Auto Total</i>				 GEO-BOHRTECHNIK			
Blatt Nr.: 1		Bodenaufschluss Nr.: <i>VB2</i>					
ausgeführt am: <i>7.5.19</i> bis: <i>8.5.19</i>	Aufschlussart <u>Rammkernbohrung</u> Seilkernbohrung	von m <i>0</i>	bis m <i>25,50</i>	Ø mm	verrohrt bis		
Höhe des Ansatzpunktes zu NN/Vergl.-Höhe m Wasser erreicht am: <i>8.5.19.</i> bei: <i>13,60</i> m Tiefe unter Ansatzpunkt = <i>50%</i> m ü. NN/Vergl.-Höhe Wasser eingespielt am: <i>8.5.19.</i> bei: <i>6,85</i> m Tiefe unter Ansatzpunkt = <i>80%</i> m ü. NN/Vergl.-Höhe Wasserbeobachtung: <i>2. Wasser bei 23,60m Anstieg auf 7,05</i>							
a) Bis ... m unter Ansatzpunkt	a1) Benennung und Beschreibung der Schicht			Bodenfeuchte, Wasserführung:	Entnommene Proben		
	a2) Ergänzende Bemerkung				Feststellungen beim Bohren:	Art	Nr.
b) Mächtigkeit in m	b) Beschaffenheit gemäß Bohrgut	c) Beschaffenheit gem. Bohrvorgang	d) Farbe	Bohrwerkzeuge:			
	f) Ortsübliche Bezeichnung	g) Geologische Bezeichnung	h) Gruppe e) Kalkgehalt		Sonstiges:		
1	2			3	4	5	6
a) <i>0,60</i>	a1) <i>Mullfüllung Schotter X₁ S</i>			<i>Veränderung</i>	<i>SPT 1 bei 18m</i>		
	a2)						
b) <i>0,60</i>	b) <i>veredelt</i>	c) <i>m</i>	d) <i>gelb</i>				
	f)	g)	h) e)				
a) <i>2,50</i>	a1) <i>Mullfüllung U₁ X₁ S, ...</i>			<i>Veränderung</i>			
	a2)						
b) <i>1,90</i>	b) <i>w</i>	c) <i>l</i>	d) <i>grünbraun</i>				
	f)	g)	h) e)				
a) <i>4,70</i>	a1) <i>U/T₁ g₁ / s₁ Wurzelrost</i>			<i>Schluff</i>			
	a2)						
b) <i>2,20</i>	b) <i>hl-t</i>	c) <i>m-s</i>	d) <i>gelb</i>				
	f)	g)	h) e)				
a) <i>7,30</i>	a1) <i>U₁ / s₁"</i>			<i>Schluff</i>			
	a2)						
b) <i>2,60</i>	b) <i>w</i>	c) <i>l</i>	d) <i>gelb</i>				
	f)	g)	h) e)				
a) <i>9,20</i>	a1) <i>Touf</i>			<i>Schluff</i>			
	a2)						
b) <i>1,90</i>	b) <i>w</i>	c) <i>l</i>	d) <i>schwarz</i>				
	f)	g)	h) e)				

SCHICHTENVERZEICHNIS

Baustelle: <i>Blaustein Auto Totz</i>				 GEO-BOHRTECHNIK			
Blatt Nr.: <i>2</i>		Bodenaufschluss Nr.: <i>KB2</i>					
ausgeführt am: <i>7.5.14</i> bis: <i>8.5.14</i>							
a) Bis ... m unter Ansatzpunkt	a ¹) Benennung und Beschreibung der Schicht			Bodenfeuchte, Wasserführung:	Entnommene Proben		
	a ²) Ergänzende Bemerkung				Feststellungen beim Bohren:	Art	Nr.
b) Mächtigkeit in m	b) Beschaffenheit gemäß Bohrgut	c) Beschaffenheit gem. Bohrvorgang	d) Farbe	Bohrwerkzeuge:			
	f) Ortsübliche Bezeichnung	g) Geologische Bezeichnung	h) Gruppe		e) Kalkgehalt		
1	2			3	4	5	6
<i>11,50</i>	a ¹) <i>Torfl, ls</i>			<i>Schuppe</i>			
	a ²)						
<i>2,30</i>	b) <i>w</i>	c) <i>l</i>	d) <i>schwarz-grau</i>				
	f)	g)	h)				
<i>12,60</i>	a ¹) <i>U, ls</i>			<i>Schuppe</i>			
	a ²)						
<i>0,90</i>	b) <i>lockig</i>	c) <i>l</i>	d) <i>grau</i>				
	f)	g)	h)				
<i>7,30</i>	a ¹) <i>Tod</i>			<i>Schuppe</i>			
	a ²)						
<i>0,90</i>	b) <i>w</i>	c) <i>l</i>	d) <i>schwarz</i>				
	f)	g)	h)				
<i>13,60</i>	a ¹) <i>Tod, g</i>			<i>Schuppe</i>			
	a ²)						
<i>0,30</i>	b) <i>w</i>	c) <i>l</i>	d) <i>schwarz-gelb</i>				
	f)	g)	h)				
<i>14,30</i>	a ¹) <i>G, gg-mg, s, u^{ll}, x</i>			<i>Schuppe</i>			
	a ²)						
<i>5,70</i>	b) <i>g-brüchig-sporig m-s</i>	c) <i>m-s</i>	d) <i>gelb</i>				
	f)	g)	h)				
<i>20,60</i>	a ¹) <i>S, ls, g^{ll}</i>			<i>Schuppe</i>			
	a ²)						
<i>1,10</i>	b) <i>lockig</i>	c) <i>l</i>	d) <i>gelb</i>				
	f)	g)	h)				

SCHICHTENVERZEICHNIS

Baustelle: <i>Blaustein Auto Tutz</i>				 GEO-BOHRTECHNIK			
Blatt Nr.: <i>3</i>		Bodenaufschluss Nr.: <i>VB2</i>					
ausgeführt am: <i>7.5.19</i> bis: <i>8.5.19</i>							
a) Bis ... m unter Ansatzpunkt	a1) Benennung und Beschreibung der Schicht			Bodenfeuchte, Wasserführung: Feststellungen beim Bohren: Bohrwerkzeuge: Sonstiges:	Entnommene Proben		
	a2) Ergänzende Bemerkung				Art	Nr.	Tiefe in m (Unterkante)
b) Mächtigkeit in m	b) Beschaffenheit gemäß Bohrgut	c) Beschaffenheit gem. Bohrvorgang	d) Farbe	3			
	f) Ortsübliche Bezeichnung	g) Geologische Bezeichnung	h) Gruppe		e) Kalkgehalt		
1	2			3	4	5	6
a) <i>21,20</i>	a1) <i>S₁/s₁/u</i>			<i>Schluff</i>			
	a2)						
b) <i>0,80</i>	b) <i>w</i>	c) <i>l</i>	d) <i>gelb</i>				
	f)	g)	h) e)				
a) <i>21,70</i>	a1) <i>S₁/s₁/u</i>			<i>Schluff</i>			
	a2)						
b) <i>1,50</i>	b) <i>w</i>	c) <i>l</i>	d) <i>orange</i>				
	f)	g)	h) e)				
a) <i>23,60</i>	a1) <i>S₁/s₁/u</i> <i>S₁/s₁/u</i>			<i>Schluff</i>	<i>SPT2</i>	<i>Wi</i>	<i>24,60</i>
	a2)						
b) <i>0,90</i>	b) <i>w</i>	c) <i>l</i>	d) <i>gelb</i>				
	f)	g)	h) e)				
a) <i>25,50</i>	a1) <i>lgg-m₇/ls</i>			<i>Schluff</i>			
	a2)						
b) <i>1,90</i>	b) <i>rond</i>	c) <i>l-m</i>	d) <i>gelb</i>				
	f)	g)	h) e)				
a)	a1)						
	a2)						
b)	b)	c)	d)				
	f)	g)	h) e)				
a)	a1)						
	a2)						
b)	b)	c)	d)				
	f)	g)	h) e)				

Schirmer Ingenieurgesellschaft mbH

Jörg-Syrlin-Str. 65-67

89081 Ulm

Tel.: 0731/381509

Bearbeiter: Dipl.-Geol. Josties

Datum: 07.05.2019

Körnungslinie

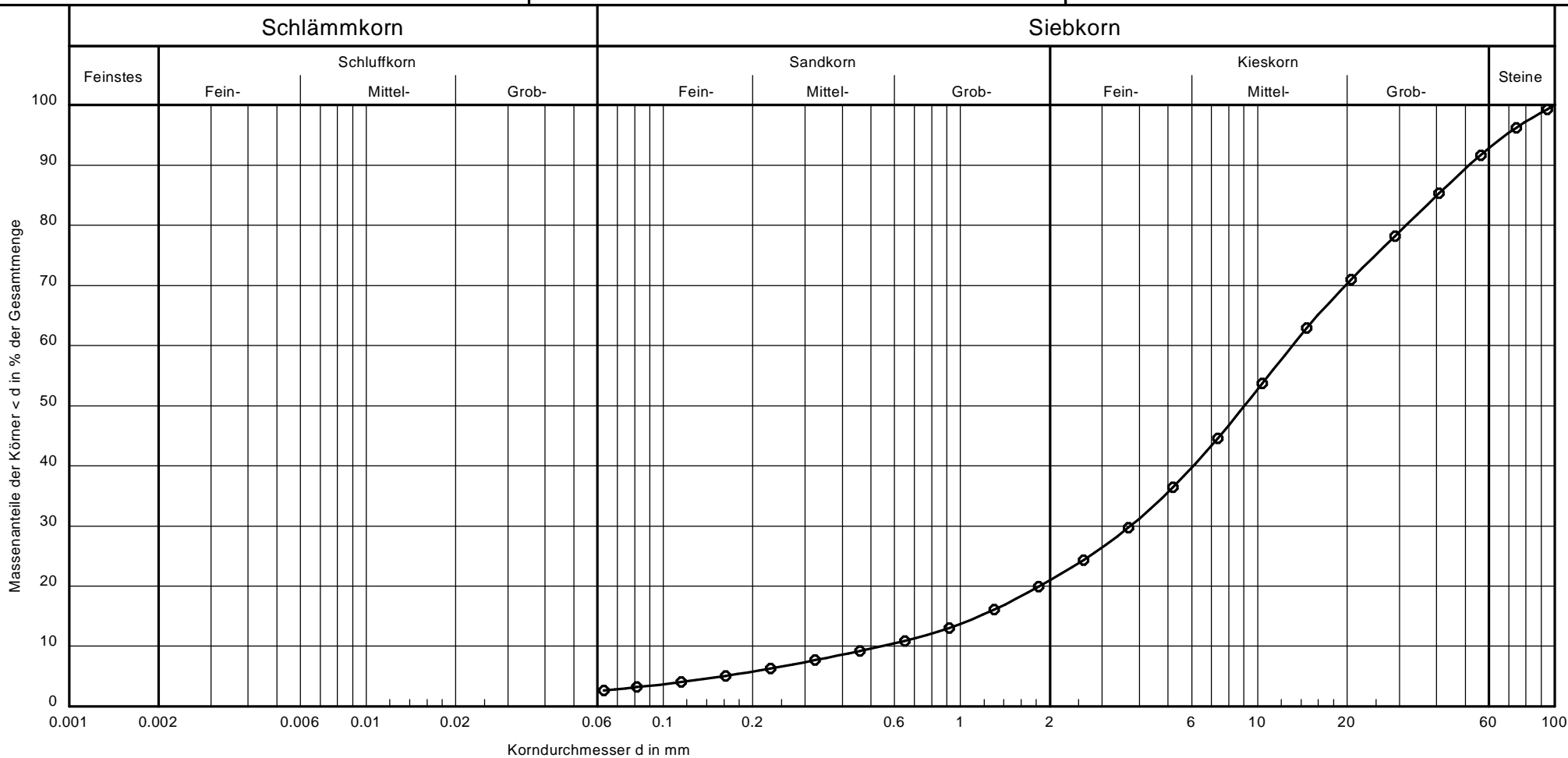
(DIN EN ISO 17892-4)

Bauvorhaben: NB Wohnbebauung in Blaustein, Kurt-Mühlen-Str. 6

Probennummer: B 1.3

Probe entnommen am: 12.04.2019

Arbeitsweise: Nasssiebung



Entnahmestelle:

KB 1

Entnahmetiefe:

15,0-16,0 m

Bodenart:

G, s, x'

Kornkennziffer:

0028

Bemerkungen:

Durchlässigkeitsbeiwert k_f nach

HAZEN: $3,4 \times 10E-3$ m/s

BEYER: $1,9 \times 10E-3$ m/s

Projekt:
19164 / 17.05.2019
Anlage:
4

ausführende Firma:

Bioverfahrenstechnik und
Umweltanalytik GmbH
Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach

Analysen-
berichte (VwV)
für die Proben
M1.1 und M2.1
aus KB 1 und KB 2



Projekt: 19164 / 17.05.2019
Neubau Wohnbebauung mit TG
in Blaustein, Kurt-Mühlen-Straße 6

Anlage 5.1

Schirmer Ingenieurgesellschaft mbH
 Jörg-Syrilin-Straße 65-67
 89081 Ulm

Analysenbericht Nr.	532/3891	Datum:	24.04.2019
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Schirmer Ingenieurgesellschaft mbH
 Projekt : Neubau MFH in Blaustein, Kurt-Mühl-Str.
 Projekt-Nr. : 19164 Entnahmestelle :
 Art der Probenahme : PN 98 Art der Probe : Boden
 Entnahmedatum : 12.04.2019 Probeneingang : 15.04.2019
 Originalbezeich. : M 1.1 (0,5-6,7) Probenbezeich. : 532/3891
 Probenehmer : Herr Dr. Schwiede, Schirmer IG mbH
 Untersuch.-zeitraum : 15.04.2019 – 24.04.2019

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (VwV)

1.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)		Z 0*	Z 1/2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe								DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	88,7	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2007-03
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	45	-	-	-	-	-	Siebung
Arsen	[mg/kg TS]	5,7	10	15	15	45	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	11	40	70	140	210	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,27	0,4	1	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	19	30	60	120	180	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	17	20	40	80	120	400	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	17	15	50	100	150	500	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,06	0,1	0,5	1	1,5	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	0,4	0,7	0,7	2,1	7	EN ISO 11885 :2009-09
Vanadium	[mg/kg TS]	24						EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	58	60	150	300	450	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser								EN 13657 :2003-01

1.2 Summenparameter, PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)	Z 0*	Z 1/2	Z 2	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	1	3	10	DIN 38 409 -17 :1984-09
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30	100	200	300	1000	DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50	-	400	600	2000	DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25	-	-	3	10	DIN EN ISO 17380 :2013-10
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01					
Σ PCB (6):	[mg/kg TS]	n.n.	0,05	0,1	0,15	0,5	DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,1					
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,1					
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,1					
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,1					
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,1					
Σ BTXE:	[mg/kg TS]	n.n.	1	1	1	1	HLUG, HB. AL B7,4 : 2000
Vinylchlorid	[mg/kg TS]	< 0,01					
Dichlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
1-2-Dichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
cis 1,2 Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
trans-Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Chloroform	[mg/kg TS]	< 0,01					
1.1.1- Trichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Trichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Σ LHKW:	[mg/kg TS]	n.n.	1	1	1	1	HLUG, HB. AL B7,4 : 2000
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,41					
Anthracen	[mg/kg TS]	0,17					
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,57					
Pyren	[mg/kg TS]	0,49					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,27					
Chrysen	[mg/kg TS]	0,2					
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,16					
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,12					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,23	0,3	0,6	0,9	3	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/kg TS]	0,15					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,15					
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	2,9	3	3	3 / 9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

Parameter	Einheit	Messwert	Z0/Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Eluatherstellung							DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	11,16	6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12	DIN 38 404 - C5 :2009-07
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	270	250	250	1500	2000	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	3	14	14	20	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5	40	40	80	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2	1,5	1,5	3	6	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5	12,5	12,5	25	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	7	20	20	60	100	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	5	15	15	20	70	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15	0,5	0,5	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 1	< 1	1	3	10	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Vanadium	[µg/l]	< 4					DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10	150	150	200	600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10	20	20	40	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5	5	5	10	20	EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	< 2	30	30	50	100	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	10	50	50	100	150	EN ISO 10304 :2009-07

Markt Rettenbach, den 24.04.2019

Onlinedokument ohne Unterschrift

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

Schirmer Ingenieurgesellschaft mbH
Jörg-Syrlin-Straße 65-67
89081 Ulm

Analysenbericht Nr.	532/3954	Datum:	15.05.2019
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Schirmer Ingenieurgesellschaft mbH
 Projekt : Neubau MFH in Blaustein, Kurt-Mühler-Str.
 Projekt-Nr. : AZ 19164 Entnahmestelle :
 Art der Probenahme : PN 98 Art der Probe : Boden
 Entnahmedatum : 07.05.2019 Probeneingang : 09.05.2019
 Originalbezeich. : M 2.1 (0,5 - 4,7) Probenbezeich. : 532/3954
 Probenehmer : Herr Dr. Schwiede, Schirmer IG mbH
 Untersuch.-zeitraum : 09.05.2019 – 15.05.2019

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (VwV)

1.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)		Z 0*	Z 1/2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe								DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	89,6	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2007-03
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	59	-	-	-	-	-	Siebung
Arsen	[mg/kg TS]	6,6	10	15	15	45	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	8,7	40	70	140	210	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,3	0,4	1	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	15	30	60	120	180	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	12	20	40	80	120	400	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	17	15	50	100	150	500	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,04	0,1	0,5	1	1,5	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	0,4	0,7	0,7	2,1	7	EN ISO 11885 :2009-09
Vanadium	[mg/kg TS]	23						EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	48	60	150	300	450	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser								EN 13657 :2003-01

1.2 Summenparameter, PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)	Z 0*	Z 1/2	Z 2	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	1	3	10	DIN 38 409 -17 :1984-09
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30	100	200	300	1000	DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50	-	400	600	2000	DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	0,31	-	-	3	10	DIN EN ISO 17380:2013-10
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01					
Σ PCB (6):	[mg/kg TS]	n.n.	0,05	0,1	0,15	0,5	DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,1					
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,1					
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,1					
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,1					
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,1					
Σ BTXE:	[mg/kg TS]	n.n.	1	1	1	1	HLUG, HB. AL B7,4 : 2000
Vinylchlorid	[mg/kg TS]	< 0,01					
Dichlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
1-2-Dichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
cis 1,2 Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
trans-Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Chloroform	[mg/kg TS]	< 0,01					
1.1.1- Trichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Trichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Σ LHKW:	[mg/kg TS]	n.n.	1	1	1	1	HLUG, HB. AL B7,4 : 2000
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,14					
Anthracen	[mg/kg TS]	0,06					
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,26					
Pyren	[mg/kg TS]	0,22					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,14					
Chrysen	[mg/kg TS]	0,12					
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,11					
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,06					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,13	0,3	0,6	0,9	3	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	0,09					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,09					
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	1,4	3	3	3 / 9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

Parameter	Einheit	Messwert		Z0/Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Eluatherstellung								DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	8,63		6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12	DIN 38 404 - C5 :2009-07
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	119		250	250	1500	2000	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	3		14	14	20	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5		40	40	80	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2		1,5	1,5	3	6	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5		12,5	12,5	25	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5		20	20	60	100	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5		15	15	20	70	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15		0,5	0,5	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 1		< 1	1	3	10	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Vanadium	[µg/l]	< 4						DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10		150	150	200	600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10		20	20	40	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5		5	5	10	20	EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	< 2		30	30	50	100	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	5		50	50	100	150	EN ISO 10304 :2009-07

Markt Rettenbach, den 15.05.2019

Onlinedokument ohne Unterschrift

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

ausführende Firma:

Bioverfahrenstechnik und
Umweltanalytik GmbH
Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach

Analysenbericht
(Baustoff-
aggressivität)
für die Probe W1
aus KB 1



Projekt: 19164 / 17.05.2019
Neubau Wohnbebauung mit TG
in Blaustein, Kurt-Mühlen-Straße 6

Anlage 5.2

Schirmer Ingenieurgesellschaft mbH
 Jörg-Syrin-Straße 65-67
 89081 Ulm

Analysenbericht Nr.:	532/3892	Datum:	17.04.2019
-----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: Schirmer Ingenieurgesellschaft mbH	Entnahmestelle	:
Herkunft der Probe	: Neubau MFH Blaustein, Kurt-Mühl-Str.	Entnahmedatum	: 11.04.2019
Art der Probe	: Grundwasser	Probeneingang	: 15.04.2019
Projekt	: Neubau MFH Blaustein, Kurt-Mühl-Str.		
Originalbezeichnung	: W 1		
Probenehmer	: von Seiten des Auftraggebers		
Bearbeitungszeitraum	: 15.04.2019 – 17.04.2019		

2 Untersuchungsergebnisse

Bezeichnung	Einheit	Messwert	Betonaggressivität			Methode
			schwach	stark	sehrstark	
pH-Wert	-	6,997	6,5–5,5	5,5–4,5	<4,5	DIN 38 404 - C5: 2009-07
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	855				DIN EN 27 888: 1993-11
Säurekapazität (pH 4,3)	[mmol/l]	8,69				DIN 38409-H 7: 2005-12
NH ₄ -N	[mg / l]	< 0,02	15-30	30-60	>60	DIN 38406 - E5: 1983-10
Chlorid	[mg / l]	32				EN ISO 10304-1 :2009-07
NO ₃ -N	[mg / l]	< 1,0				EN ISO 10304-1 :2009-07
Sulfat	[mg / l]	15	200-600	600-3000	>3000	EN ISO 10304-1 :2009-07
Calcium	[mg / l]	171				EN ISO 17294: 2017-01
Magnesium	[mg / l]	5	300-1000	1000-3000	>3000	EN ISO 17294: 2017-01
Kalium	[mg / l]	3				EN ISO 17294: 2017-01
Natrium	[mg / l]	20				EN ISO 17294: 2017-01
Kalkaggr. Kohlensäure	[mg / l]	< 1,0	15-40	40-100	>100	DIN 38404-10: 2012-12

Markt Rettenbach, den 17.04.2019

Onlinedokument ohne Unterschrift

 Dr. rer. nat. P. Schmieder
 (QMB)